



LIBRERIA MIO CID  
APARTADO 46.228  
28080 MADRID





22 (20) cm papad anak (3 plog) =  
fibrogasat. + 3 (2) cm plog, totalis =  
259 kg.

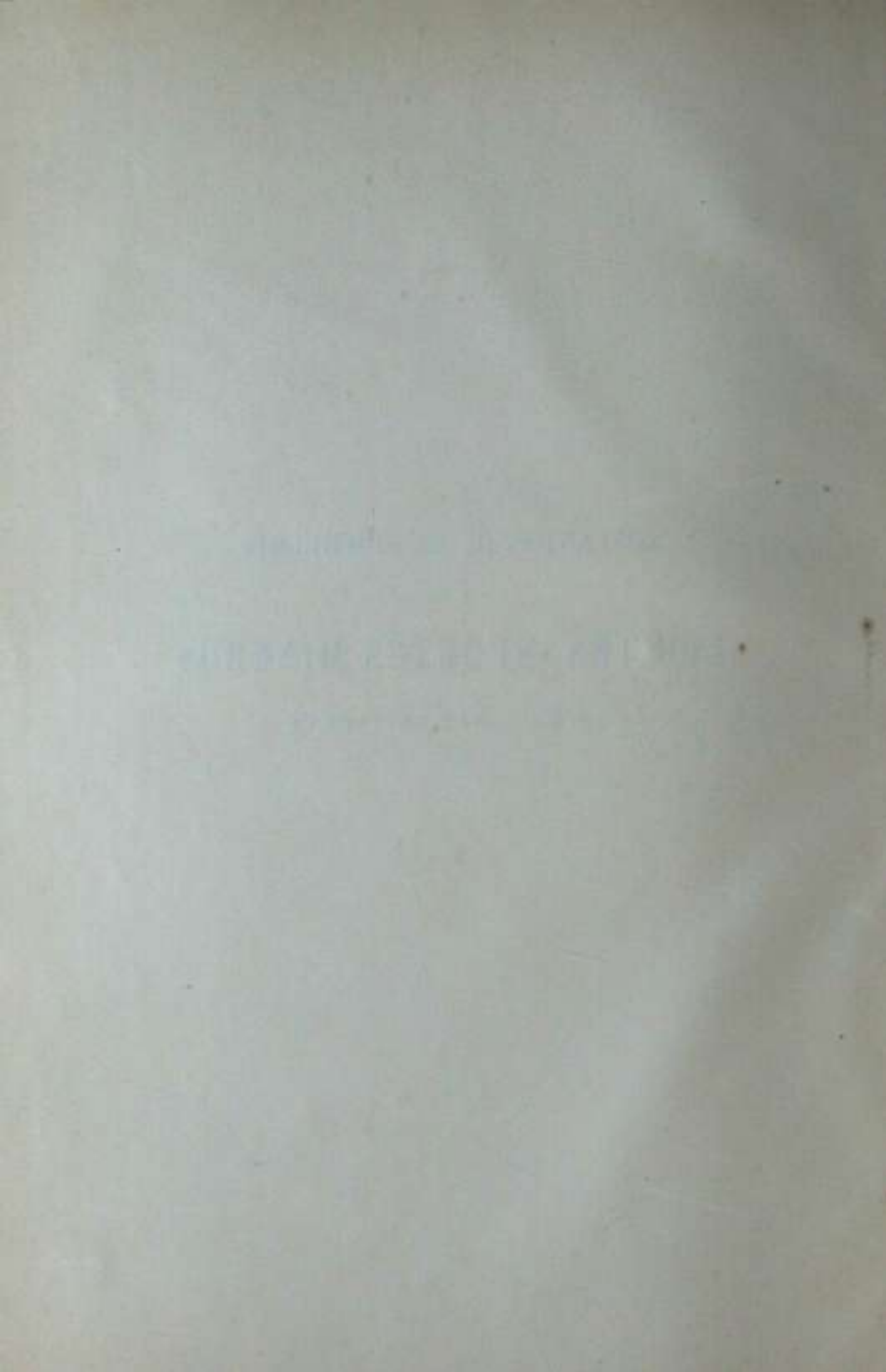


ADELANTOS DE LA SIDERURGIA

Y DE

LOS TRANSPORTES MINEROS

EN EL NORTE DE ESPAÑA





H- 35402

R- 42321

ATV

1447

# ADELANTOS

DE LA

## SIDERURGIA Y DE LOS TRANSPORTES MINEROS

EN EL NORTE DE ESPAÑA

POR

D. PERFECTO MARIA CLEMENCIN

y

D. JESUS M. BUITRAGO

INGENIEROS DEL CORPO DE MINAS



MADRID

IMP. DE SAN FRANCISCO DE SALES

*Paseo de la Alhambra, 1.*

—  
1900



PRESENTADA al Excmo. Sr. Director general de Agricultura, Industria y Comercio la Memoria titulada ADELANTOS DE LA SIDERURGIA Y DE LOS TRANSPORTES MINEROS EN ASTURIAS, SANTANDER Y VIZCAYA, resumen de la visita que hicimos á dichas provincias, por Real orden de 1.º de Mayo de 1896, tal fué la benevolencia con que dicho señor apreció nuestro trabajo, que, después de un detenido examen, propuso espontáneamente al Excmo. Sr. Ministro de Fomento, la conveniencia de ampliarle.

Por Real orden de 24 de Junio de 1897, se nos encargó de estudiar en las provincias de León y Palencia los adelantos realizados, tanto en la Metalurgia general y Siderurgia, como en las Construcciones y Transportes mineros, asignaturas de que respectivamente nos hallamos encargados en la Escuela especial de Ingenieros de Minas.

Presentada la nueva Memoria, pasó á informe de la Junta Superior facultativa de Minería y esta docta Corporación después de examinarla, propuso á la Superioridad, entre apreciaciones muy halagüeñas para nosotros, la conveniencia de imprimirla, por las ventajas que podría ocasionar á la industria minera.

De Real orden se nos manifestó en 17 de Julio de 1899, el agrado con que se había visto el trabajo y al propio tiempo, la resolución de que se imprimiera por cuenta del Estado, autorizando á la Dirección general de Agricultura, Industria

y Comercio, para dictar las disposiciones conducentes á la realización de dicho acuerdo. En 9 de Agosto siguiente se nos mandó presentar presupuesto y en 27 de Octubre tuvimos conocimiento del aprobado. Tal es el origen de que este trabajo, escrito sin más pretensión que dar cuenta del estudio encomendado, vea la luz pública.

Datos recogidos directamente en las minas, fábricas ó talleres durante ambas visitas; observaciones deducidas, tanto desde el punto de vista docente como del industrial; novedades ó perfeccionamientos hallados en los métodos, máquinas ó sistemas, así como la organización de los medios puestos en práctica para alentar y proteger al obrero, constituyen el fondo de esta Memoria.

En ella hemos procurado ser breves en la forma, parcos en las descripciones, sobre todo tratándose de puntos conocidos, acompañándolas, siempre que nos ha sido dable, de láminas y fotograbados, cuyos clichés hemos obtenido por nosotros mismos, á fin de facilitar su estudio y al propio tiempo, para que templando la representación gráfica la aridez de los datos numéricos, haga menos pesada su lectura.

Mucho celebraríamos haber sido lo bastante claros, sin pecar demasiado de oscuros en la exposición, dado nuestro constante deseo de condensar, rogando al lector que en caso contrario, supla con su ilustración nuestra deficiencia.

Debemos consignar aquí nuestra gratitud en nombre de la enseñanza del Ingeniero, por las innegables ventajas didácticas que reporta al profesorado ponerse en contacto con la práctica de la profesión, en primer lugar, á los excelentísimos Sres. D. Aureliano Linares Rivas, Ministro de Fomento, y D. Manuel Quiroga Vázquez, Director general de Agricultura, Industria y Comercio, autores de la idea; al Excmo. Sr. Marqués de Pidal, y muy especialmente al Director general de Agricultura, Industria y Comercio, Excmo. Sr. Barón del Castillo de Chirel, que ha contribuido poderosamente á la publicación de esta Memoria.

También cumplimos con un grato deber, al hacer constar nuestro agradecimiento a los Ingenieros, Directores de los establecimientos, Jefes y Oficiales de Artillería, así como a los empleados de las respectivas Empresas y Sociedades, los cuales han rivalizado en cortesía, proporcionándonos noticias y datos necesarios para el logro de nuestro fin.

Del plan, orden y desarrollo de la Memoria, puede juzgarse por el siguiente índice de materias.

---



# INDICE

## TRANSPORTES

	<u>PÁGS.</u>
Preliminares.....	1
Carretas.....	1

## PLANOS INCLINADOS

Generalidades.....	2
Barruelo (Palencia).....	3
Orbó.....	4
Santa Lucía (León).....	5
Ciñera (León).....	5

### *Asturias.*

Carrerallana (Ujo).....	6
Turón.....	7
Baltasara (Mieres).....	8
Mariana (Mieres).....	12
Ventura (Sama).....	12
Mariquita, Santa Ana y La Justa.....	13
Setares (Santander).....	13

### *Bilbao.*

Orconera.....	14
Julia y Adela.....	18
Franco-Belga.....	19
San Fermín (Galdames).....	20
Contrapeso de agua.....	22

## FERROCARRILES

Barruelo.....	13
Orbó.....	24
Sabero.....	25
Matallana.....	27

	<u>Págs.</u>
Santa Lucía.....	27
Ciñera.....	29
Ujo.....	30
Turón.....	33
Mieres.....	35
Peñón (D. Manuel Fernández).....	40
Fábrica de la Felguera.....	40
Compañía de Asturias.....	43
María Luisa.....	45
Reocín.....	46
Obregón.....	48
Setares.....	50
Orconera.....	50
Franco-Belga.....	51
Galdames.....	52

### CADENAS Y CABLE FLOTANTES

San Salvador (Santander).....	53
Dícido (Santander).....	54
Franco-Belga (Bilbao).....	56
Galdames (Bilbao).....	60
Basurto (Bilbao).....	61

### TRANSPORTES AEREOS

#### SISTEMA HODGSON

Disposición general.....	63
Ciega (Santander).....	64
Da y Alba (Santander).....	66
Sociedad Iron ore Company de Somorrostro.....	68
Reneñaga y Safo (Galdames).....	71
Zaramillo.....	72

#### SISTEMA BLEICHERT-OTTO

Demasia San Antonio.....	74
Quirós.....	77
Demasia Ser.....	79
Palacio.....	80

### CARGADEROS

Orbó.....	83
Reocín.....	86
Astillero.....	87
Setares.....	87
Dícido y Triano.....	89



	<u>Págs.</u>
Orconera.....	90
Franco-Belga.....	91
Galdames.....	91
Puerto de Avilés.....	93

### COMBUSTIBLES NATURALES

Preliminar.....	95
Cuencas carboníferas.....	95

### DIVISIÓN Y LAVADO DE LAS HULLAS

Preliminar.....	95
-----------------	----

#### TALLERES ASTURIANOS

Datos generales.....	97
<i>Taller de Sovilla (Ujo)</i> .....	98
Transportadores.....	99
Decantadores y depósitos de cantería.....	103
Torres de recomposición.....	104
<i>Taller de Plan Estrada</i> .....	105
<i>Taller del Turón</i> .....	106
<i>Taller de Baltasara</i> .....	110
<i>Taller de Nicolasa</i> .....	115
<i>Taller del Peón</i> .....	116
<i>Taller de Mariana</i> .....	116
<i>Taller de Santa Ana</i> .....	119
<i>Taller de La Justa</i> .....	120
<i>Taller de Mosquitera</i> .....	124
<i>Taller de Sama</i> .....	126
<i>Taller de María Luisa</i> .....	128
Clasificación antigua.....	128
Rollen-Roxk.....	129
Criba giratoria, sistema Coxe.....	131
Sistema Urrutia.....	133
Purgador de Pizarras (Strom).....	133
Strom clasificador de Adaro.....	136
Cribas de Scheppard.....	138
<i>Clasificador del todouno limpio natural</i> .....	143

#### TALLERES PALENTINOS

<i>Taller de Barruelo</i> .....	143
Lavador de Evradó.....	144
<i>Taller de Orbó</i> .....	146

#### TALLERES LEONESES

<i>Taller de Sabero</i> .....	147
<i>Taller de Única</i> .....	149

	Pag.
<i>Taller de Matallana</i> .....	149
<i>Taller de Santa Lucía</i> .....	151
<i>Taller de Cñera</i> .....	153
<i>Taller del Bernesga</i> .....	156

## COMBUSTIBLES ARTIFICIALES

### COMBUSTIBLES SÓLIDOS

Consideraciones generales.....	157
<i>Cokificación en montones</i> .....	158
<i>Cokificación en hornos.</i>	
<i>Hornos de Orbó</i> .....	160
<i>Hornos de San Francisco (Bilbao)</i> .....	161
<i>Hornos de Mieres</i> .....	161
<i>Hornos de Ibrán</i> .....	161
<i>Hornos de La Felguera</i> .....	162
<i>Hornos de Sabero</i> .....	162
<i>Hornos de A ler</i> .....	164
<i>Hornos de La Justa</i> .....	164
<i>Hornos del Turón</i> .....	165
<i>Hornos de Matallana</i> .....	165
<i>Hornos de la Vizcaya, con aprovechamiento de subproductos</i> .....	166
AGLOMERADOS Ó BRIQUETAS.....	168
<i>Fábrica de Mieres</i> .....	168
<i>Fábrica de Sevilla</i> .....	169
<i>Fábrica de Ujo</i> .....	171
<i>Fábrica de Barruelo</i> .....	172
<i>Fábrica de Cillamayor</i> .....	173
<i>Fábrica de Santa Lucía</i> .....	174
<i>Fábrica de Cñera</i> .....	176
<i>Fábrica del Turón</i> .....	176
<i>Mezcladores de carbones</i> .....	177
COMBUSTIBLES GASEOSOS.....	178

### MENAS Y PRIMERAS MATERIAS

Principales menas y materias primeras de que se vale la industria siderúrgica en el Norte de España.....	181
PREPARACIÓN DE LAS MENAS DE HIERRO.— <i>Preparación mecánica</i> .....	188
<i>Desenlodado</i> .....	188
<i>Lavadero de Ontón</i> .....	189
<i>Lavadero de San Salvador</i> .....	189
<i>Lavaderos de Obregón y Solta</i> .....	190
<i>Lavadero de Ciega</i> .....	191
<i>Lavadero de Berango y Escarpada</i> .....	192
<i>Sistemas llamados Humboldt y Lavín</i> .....	192

	<u>Págs.</u>
<i>Preparación química. — Calcinación y tostación de las menas de hierro.</i>	
Consideraciones generales.....	193
<i>Hornos de Mieres.....</i>	194
<i>Hornos Bibbalnos. — Sociedad Franco-Belga.....</i>	194
<i>Hornos de la Orconera.....</i>	197
<i>Hornos de Luchana Mining.....</i>	198
<i>Otros hornos. — Pormenores de construcción.....</i>	198
<i>Separación electromagnética. — Taller de Reocín.....</i>	200
<i>Taller de Mercadal.....</i>	202
MATERIALES REFRACTARIOS. — Preliminares.....	203
<i>Fábrica de Altos Hornos.....</i>	203
<i>Fábrica de La Felguera.....</i>	205
<i>Fábrica de Artístegu.....</i>	206
<i>Fábrica de San Felices.....</i>	207

## HIERROS Y ACEROS

### FABRICACIÓN DEL HIERRO COLADO Ó ARRABIO

<i>Hornos Altos de Santa Ana de Bolueta.....</i>	211
— <i>de Astepe y Vera.....</i>	212
— <i>de San Pedro de Elgoibar y de Araya.....</i>	213
— <i>de Mieres.....</i>	213
— <i>de La Felguera.....</i>	216
— <i>de la Vega.....</i>	218
<i>Hornos altos de Moreda y Gijón.....</i>	219
— <i>de la Vizcaya (Perfil Beck).....</i>	220
— <i>de Altos Hornos.....</i>	228
— <i>de San Francisco (Desierto).....</i>	234
<i>Asilleros del Nervión.....</i>	240
MARCHA Y ACCIDENTES DE LOS HORROS ALTOS. — <i>Encendido.....</i>	241
<i>Apagado.....</i>	242
<i>Apagado y encendido del núm. 3 de Altos Hornos.....</i>	230
<i>Marcha normal.....</i>	243
<i>Accidentes.....</i>	244

## AFINO DEL ARRABIO

### PUDELADO

<i>Preliminar.....</i>	247
<i>Taller de Mieres.....</i>	248
<i>Talleres de Trubia y Moreda y Gijón.....</i>	254
<i>Talleres de la Vizcaya y Altos Hornos.....</i>	255

### SISTEMA NEUMÁTICO

<i>GRANDES CONVERTIDORES. — Patente Bessemer.....</i>	257
<i>PEQUEÑOS CONVERTIDORES. — Patente Robert.....</i>	261
<i>Patente Piat, etc.....</i>	262

## SISTEMA DE REACCIÓN

Preliminar.....	165
PROCEDIMIENTO MARTÍN-SIEMENS.....	166
<i>Horno de Mieres</i> .....	167
<i>Hornos de Trubia</i> .....	169
<i>Hornos de La Feiguera</i> .....	170
<i>Hornos de Altos Hornos</i> .....	173
<i>Hornos de la Vizcaya</i> .....	175
Hornos de otras fábricas.....	182

## HIERROS Y ACEROS COMERCIALES

Preliminar.....	183
<i>Arrabio de primera fusión</i> .....	183
<i>Refusión y moldeo del arrabio</i> .....	184
<i>Hierro basio</i> .....	186
<i>Hierro dulce</i> .....	187
<i>Talleres de laminación de hierros y aceros</i> .....	187
Análisis y pruebas de hierros y aceros.....	191

## OTRAS FÁBRICAS

<i>Fábrica nacional de Trubia</i> .....	193
<i>Fábrica de armas de Oviedo</i> .....	195
<i>Fábrica de Turiellos</i> .....	195
<i>Fábrica de hierros forjados y estampados de Gijón</i> .....	196
<i>Fábrica de alambre de la Moreda</i> .....	197
<i>Talleres de Cifuentes, Stoldt y C.<sup>a</sup></i> .....	198
<i>Talleres de la Compañía de Asturias, Basco-Belga, Deusto y Aurrerá</i> .....	199
<i>Tubos forjados</i> .....	300
<i>Fábrica de hojadelata Basconia</i> .....	300
<i>Fábrica de alambres del Cadagua</i> .....	301
<i>Fábrica de La Iberia</i> .....	302
<i>Fábrica El Delta Español</i> .....	303
<i>Talleres de Zorroza</i> .....	304

## CONSTRUCCIONES

Barruelo y Orbó.....	305
Sabero.....	305
Ujo.....	306
Turón.....	309
Mieres.....	310
La Feiguera.....	311
Morteros.....	313
Compañía de Asturias.....	315
Hornos de cal.....	316
Puerto de Bilbao.....	316

## RESUMEN

<i>Planos inclinados.</i>	Page.
Pendientes.....	323
Longitud.....	324
Comparación entre los de Bilbao y Asturias.....	324
Cables.....	326

*Ferrocarriles.*

Tracción por bueyes, caballos y locomotoras.....	328
--	-----

*Transportes aéreos.*

Sistema Hodgson.....	329
Caballetes y pendientes.....	330
Sistema Bleichert-Otto,—Caballetes.....	331
Cables.....	333
Comparación entre estos dos sistemas.....	334
Comparación de éstos con los demás medios de transporte.....	335
Causas que hay que tener en cuenta para la elección del más conveniente.....	336

## COMBUSTIBLES NATURALES

Generalidades.....	337
<i>División y lavado de las huilas</i> .....	338

## COMBUSTIBLES ARTIFICIALES

Generalidades.....	343
<i>Cokifaciones</i> .....	344
<i>Agglomerados ó briquetas</i> .....	346
<i>Combustibles artificiales</i> .....	347

## MENAS Y PRIMERAS MATERIAS

Menas naturales y artificiales.....	347
Materiales refractarios.....	348

## FABRICACIÓN DEL HIERRO COLADO Ó ARRABIO

Hornos altos y aparatos anexos.....	348
Presupuesto aproximado de un horno alto.....	351

## AFINO DEL ARRABIO

Padelado.....	352
---------------	-----

## ACEROS

<i>Sistema neumático</i> .....	353
<i>Sistema de reacción</i> .....	354

	<u>Págs.</u>
Nuevos hornos y máquinas de carga.....	355
Nuevos procedimientos.....	356

#### HIERROS Y ACEROS COMERCIALES

Refusión del arrabio, laminación, etc.....	357
Laboratorios de metalografía microscópica.....	358

#### ORGANIZACIÓN OBRERA

Preliminar.....	359
<i>Sociedad hullera Española</i> .....	359
<i>Unión hullera y metalúrgica de Asturias</i> .....	362
<i>Sociedad de Altos Hornos</i> .....	364
<i>Sociedad Vizcaya</i> .....	365
<i>Sociedad de Barruelo</i> .....	368
<i>Sociedad Esperanza</i> .....	369

FIN DEL ÍNDICE

Los fotograbados que acompañan á esta Memoria han sido ejecutados por el distinguido artista Sr. Ciarán.

---

# TRANSPORTES

---

En la industria minera lo mismo que en todas las demás, se procura obtener los productos con la mayor economía posible, influyendo notablemente en el resultado los medios de transporte, pues es sabido que por hallarse las minas generalmente en terrenos montañosos y lejos de las vías principales de comunicación, la explotación es difícil y algunas veces imposible. En muchos puntos han resuelto la cuestión los ferrocarriles de vía estrecha, que si alguna vez ha sido discutida su conveniencia, hoy está fuera de duda la gran importancia que tienen en la industria por la economía que proporcionan; pero algunas veces no conviene construirlos y se ha recurrido á otros medios, los cuales iremos describiendo sucesivamente.

Los que hoy se usan son las carretas, que llevan el mineral á la estación más próxima ó á los cargaderos; los planos inclinados, los ferrocarriles mineros, generalmente de vía estrecha, la cadena y cable flotantes, que se pueden establecer en los puntos donde no es posible, ó por lo menos difícil construir un ferrocarril, y los transportes aéreos que ofrecen la ventaja de poderse instalar donde se desee, cualquiera que sea el relieve del suelo, sólo con las limitaciones que en otro lugar decimos y sin que obliguen á algunos gastos indispensables para los anteriores.

## CARRETAS

Hace algunos años éste era el medio más usado en Somorrostro, empleándose algunos cientos para el transporte del mineral de hierro; pero después se ha sustituido por otros mucho más rápidos y económicos, que expondremos después; así que, usándose hoy muy

poco y sólo en casos excepcionales, nos limitaremos á exponer los datos recogidos en el terreno.

En las inmediaciones de Bilbao se emplea en algunos puntos para distancias muy cortas, como sucede con el mineral transportado por el cable flotante, que desde la estación de descarga en *Basurto*, próxima á la capital, se lleva en carretas á la de *Olaveaga* (estación del ferrocarril de Bilbao á Portugalete), distante un kilómetro próximamente. Cada carreta hace cuatro viajes completos al día, va cargada con tres y media ó cuatro toneladas y resulta 0,60 pesetas el coste de cada una.

En Somorrostro se emplea también este medio de transporte, aunque muy poco.

El mineral que procede de los lavaderos de *San Salvador* (Santander) es transportado en vagones hasta las inmediaciones del puente del mismo nombre y de este punto á los cargaderos que tiene la Sociedad en la Ría, que distan unos 700 metros, se lleva en carretas cargadas con 1.700 á 1.800 kg. cada una, siendo 0,45 pesetas el precio de tonelada transportada, ó sea á 0,64 pesetas tonelada y kilómetro.

## PLANOS INCLINADOS

Estos planos son vías de transporte con una pendiente tan pronunciada, por regla general, que, fijando las ruedas, la componente de la gravedad paralela al plano hace resbalar á los vagones sobre los carriles, y para servirse de ellos ha sido necesario recurrir á la tracción funicular, es decir, enganchar los vagones á un cable que está sujeto á una máquina colocada en la parte superior.

Estos medios de transporte se emplean para llevar el mineral desde las minas á los lavaderos ó á un ferrocarril (1), para poner en comunicación dos ferrocarriles que se encuentran á distinto nivel, etc.

Los planos inclinados son ascendentes cuando suben los vagones cargados y, por consiguiente, se necesita una máquina en la cabeza

---

(1) Nos referimos á los transportes exteriores



del plano que sea capaz de subirlos, y descendentes cuando el transporte se ha de verificar del nivel superior al inferior, en cuyo caso es necesario que en la cabeza del plano haya también algún aparato, para que el descenso se verifique con la regularidad deseada.

Son automotores cuando los vagones cargados hacen subir por el mismo plano á un contrapeso, ó á igual número de vagones vacíos; en el primer caso se dice que son de simple y en el segundo, de doble efecto.

Pueden tener una sola vía con apartadero en el cruzamiento, dos vías con tres carriles, también con apartaderos, ó dos vías completamente independientes, que es el caso general; las dos primeras disposiciones no suelen usarse sino en planos de una importancia muy secundaria.

Como las minas se hallan generalmente en terreno accidentado, el número de planos inclinados construidos es muy considerable. En Barruelo (Palencia) hay varios, en Asturias la *Sociedad Hullera, Turón, Sociedad Fábrica de Mieres, Unión Hullera*, etc., los tienen en mayor número, pues solamente la segunda de éstas posee 27. Son de una, dos y tres pendientes que varían desde  $15^{\circ}$  á  $33^{\circ}$ ; tienen distinta longitud, según las necesidades y el relieve del suelo. El plano *Rotella* (Ujo) es de tres pendientes, la primera de  $19^{\circ}$ , tiene 78 m., la segunda de  $22^{\circ}$  y 129 m. y la tercera de  $29^{\circ}$  en 110 m. Todos son de doble efecto, á excepción del que hay en la mina *Mariquita* (Sama), que es de simple efecto, pues los vagones que descienden con carbón, hacen subir á un carrito cargado con pesos, que al bajar éste, obliga á subir á los vacíos. Siendo su construcción la ordinaria, no la describiremos, ocupándonos solamente de las disposiciones que tienen en las cabezas, por ser variadas y algunas de ellas ingeniosas.

En Barruelo hay varios planos inclinados, cuya longitud está comprendida entre menos de 100 m., que tiene el de *Petríta* y 220 el del *Lechal*, la pendiente es generalmente de  $15^{\circ}$  á  $16^{\circ}$ , excepto el de *Petríta* superior que pasa de  $30^{\circ}$ .

En la cabeza de todos estos planos hay una polea de garganta colocada en la prolongación de dichos planos, á la que se arrolla el cable dando dos vueltas; en el mismo eje y unida á ella hay otra de llanta cilíndrica, donde se aplica un freno de cinta.

Los cables son cilíndricos, variando su diámetro de 28 á 30 mm.,

los de acero cuestan á cinco pesetas metro, proceden de Saint-Etienne y suelen durar cuatro años; los de hierro pesan 4 kg. por metro y cuestan 1,36 pesetas el metro.

En la cabeza del primero de dichos planos llamado el *Porvenir*, hay un mecanismo sencillo para contener los vagones, si alguno se pusiese en movimiento durante las maniobras. Este aparato (fig. 1.ª)



FIG. 1.ª

consiste en una palanca que, girando alrededor de un eje *o*, mueve una barra *aa* en el sentido longitudinal, dicha barra tiene dos huecos donde penetran otros tantos hierros, que la tienen aplicada á la traviesa *bb*, al mismo tiempo que le sirven de guía en su movimiento de traslación; unidas á la citada barra hay las dos piezas *c*, que las arrastra en su movimiento, así que haciendo girar á la palanca en un sentido, las *c* se colocan sobre los carriles, quedando por lo tanto, interceptada la vía; haciéndola girar en sentido contrario, se separan dichas piezas y queda libre. Además, para mayor seguridad hay unos maderos clavados en el suelo y terminados en horquillas, en las que se coloca otro transversalmente á la vía, para detener la marcha de los vagones si se pusiesen en movimiento. Los primeros están situados á la distancia conveniente de los carriles para no impedir el paso, una vez quitado el segundo madero.

Los trenes que descienden por este plano se componen de dos vagones cargados con 800 kg. cada uno y en doce horas pueden transportarse 300 toneladas.

La fig. 2.ª da idea de este plano, viéndose en la parte superior la casita del frenero, donde está la polea y á la derecha un tren que marcha al pie del plano inclinado próximo.

El del *Lechal* tiene 220 m., como hemos dicho, se forman los trenes con tres vagones y es recorrido en un minuto.

En cada uno de estos planos hay un frenero y dos obreros para las maniobras en la cabeza y otros dos para las del pie, ganando cada uno dos pesetas.

En *Orbó* hay un plano inclinado de 130 m., con una pendiente de 22°; el cable se arrolla dando cinco vueltas á un tambor, cuyo eje es perpendicular al plano y en este eje hay una polea donde se aplica un freno de cinta.

El cable es de acero, tiene 23 mm. de diámetro, cuesta á cuatro pesetas el metro, pesa 3 kg. por metro y dura de tres á cuatro

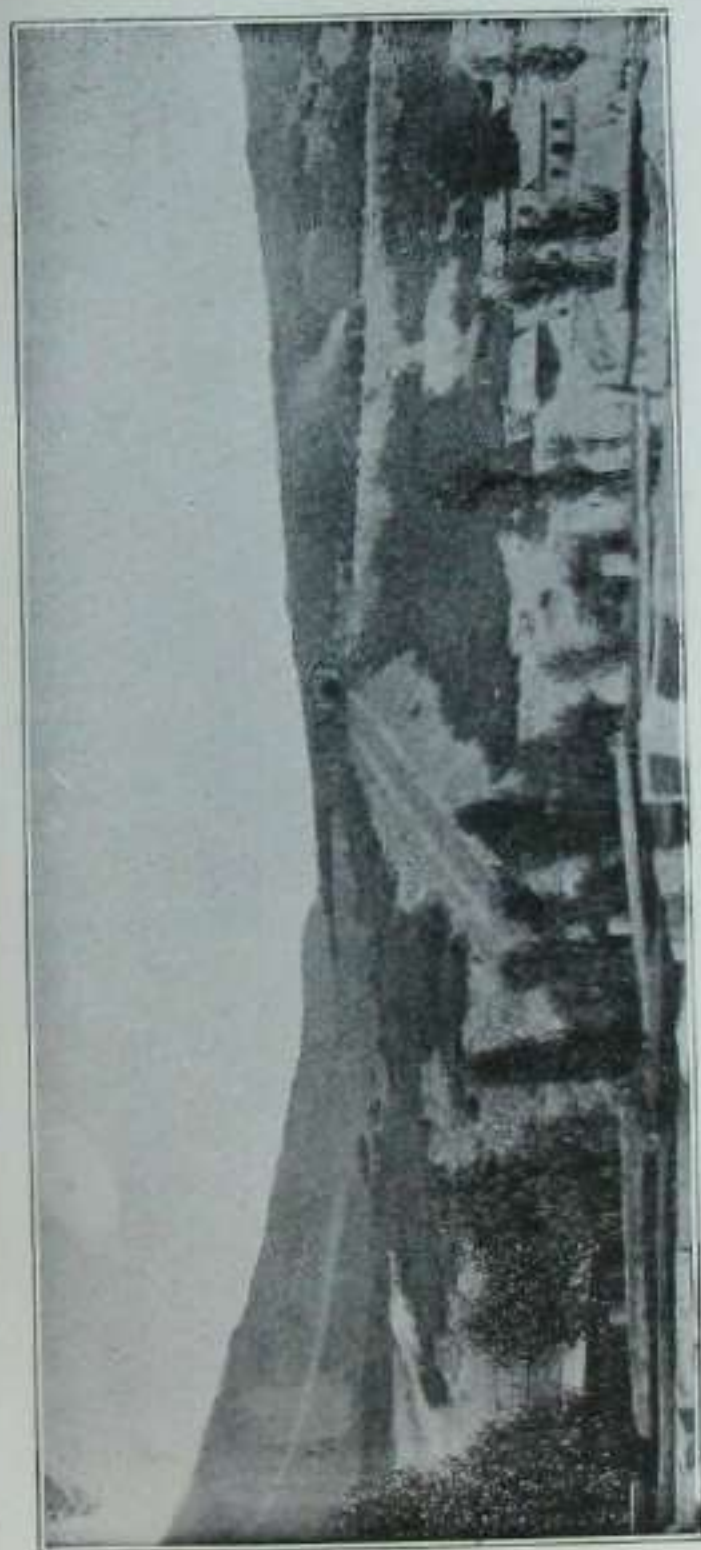


FIGURA 2





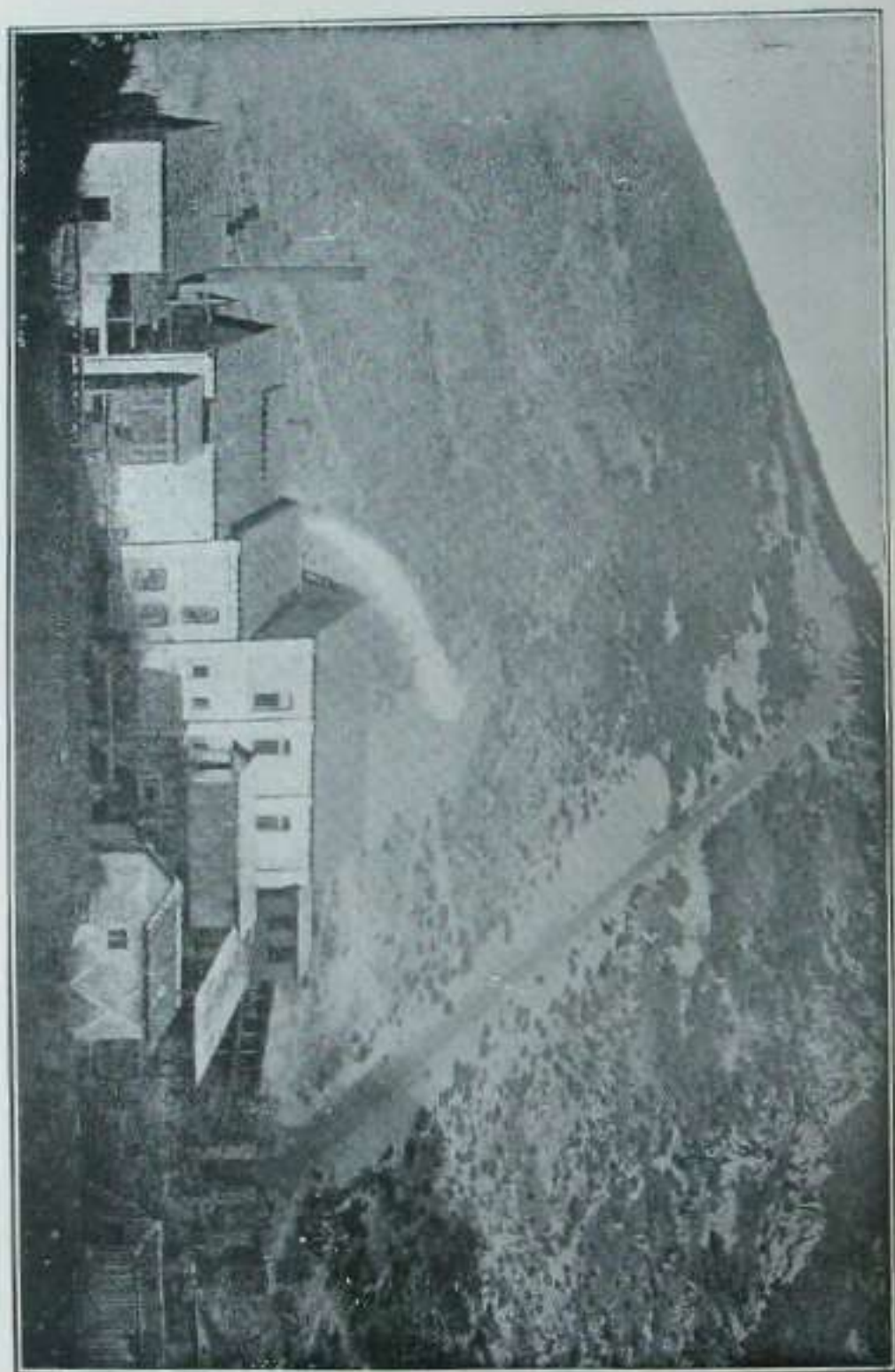


FIGURE 3.

años. Los trenes se componen de un vagón que pesa 700 kg., lleva un peso útil de 1.300, y en un día se transportan de 250 á 300 toneladas.

Estos son los planos más importantes de la provincia de Palencia; en la de León vimos los de *Santa Lucía*, que sirven para poner en comunicación las vías por donde van los productos de las minas á los lavaderos situados en la proximidad del ferrocarril del Norte.

El primero de dichos planos tiene una longitud de 214 m.; los carriles son de ocho metros, con un peso de 15 kg. por metro; ancho de la vía, un metro; la entrevía de 0,80 m.; tiene dos pendientes, en la parte inferior es de  $17^{\circ}$ , y en la superior de  $24^{\circ}$ ; el cable es de acero, tiene 21 mm. de diámetro y costó á 3,25 pesetas el metro.

Los trenes se componen de dos vagones, que llevan 1.500 kg. de carbón cada uno y pueden transportarse 400 toneladas en diez horas.

A las cribas llegan otros dos planos inclinados de distinta longitud, por servir á dos niveles distintos de la mina *Pastora*. El menor tiene 72 m., con una pendiente de  $19^{\circ}$ ; los carriles son de 7 kg. por metro; ancho de la vía 0,50 metros, y el cable es igual al del plano anterior.

Los trenes se componen de dos vagones, que llevan 500 kg. de carbón cada uno, y pueden transportarse al día 400 toneladas.

El otro es de 206 m., con una pendiente de  $19^{\circ}$ ; los carriles pesan 15 kg. por metro, el cable es de acero, tiene 15 mm. de diámetro y costó 2,60 pesetas el metro. Los trenes se componen de dos vagones que llevan 800 kg. de carbón cada uno y pueden descender 300 toneladas en diez horas.

Á la tolva llegan los productos de la mina *Esperanza* por otro plano inclinado análogo á los anteriores, por el que se transportan al día 350 toneladas.

De las minas que posee el Sr. Iglesias en *Ciñera*, dirigidas por su hijo el distinguido ingeniero D. César, podemos citar el núm. 1 (fig. 3.<sup>a</sup>), que tiene 250 m. de longitud, la pendiente de  $33^{\circ}$ , es de doble efecto con vía de 0,60; diámetro del cable 18 mm. y su precio es 86 pesetas los 100 kg. Cada tren se compone de un vagón que transporta 800 kg. de combustible, y en un día pueden descender 120 toneladas. En la cabeza hay dos poleas fijas á un mismo eje, á una se arrolla el cable y en la otra se aplica un freno de cinta.

Tiene además otros dos planos inclinados de doble efecto con tres carriles y corazón en el punto medio para los cruzamientos.

Como en Asturias es mayor la producción de hulla y el terreno muy accidentado, el número de planos inclinados es considerable.



FIG. 4.ª

Entre los de la Sociedad Hullera podemos citar el de *Carrerallana*, al que el ilustrado ingeniero francés M. Parent dió una disposición especial, por no ser posible disponerla como en los demás. En la parte superior del plano hay un foso (fig. 4.ª), en cuyo fondo *p, q, r*, hay un bastidor de madera de las mismas dimensiones y

cuatro bloques tallados *a* (fig. 5.ª) empotrados en el suelo, á los que están fijos igual número de cojinetes en una recta paralela á los lados menores; el foso está cubierto por una plataforma compuesta de cuatro largueros *b* y varios traveseros, á los pri-

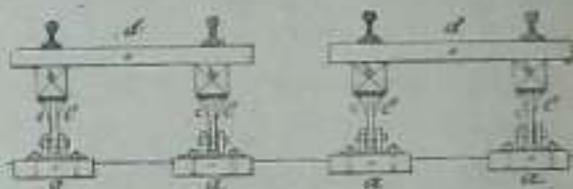


FIG. 5.ª

meros están atornilladas unas placas de arrabio *c* (figs. 5.ª y 6.ª), reforzadas con nervios y provistas de pequeños ejes que, colocados en



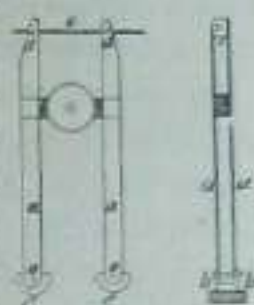
FIG. 6.ª

los cojinetes, forman la línea alrededor de la cual gira la plataforma; los carriles se fijan á las traviesas *d*, que están clavadas á los largueros. Dicha línea de giro no es de simetría, sino que está más próxima á la extremidad inmediata al plano inclinado *P* (fig. 4.ª).

Para hacerla girar, se une al medio de la otra extremidad de la plataforma una varilla de hierro *g*, que llevando una cremallera en la parte superior, engrana con un piñón colocado en un torno; de este modo el frenero puede hacer que dicha plataforma quede horizontal en la posición *H*, ó que tenga la misma inclinación que el plano, como se ve representada de puntos en *e f*, y en este caso, cuando llegan los vagones vacíos, la hace girar hasta que quede horizontal, se quitan éstos, se sustituyen por otros cargados, gira otra vez la plataforma hasta quedar en la prologación de dicho plano *P*, se afloja el freno y los vagones descenden hasta llegar al pie, donde son sustituidos por otros vacíos.



Los cables son planos y se arrollan en dos poleas, entre las que hay colocada otra en el mismo eje, sobre la que actúa un freno de zapatas. Cada una de éstas se ha fijado entre dos llantas de hierro *a* (figs. 7.<sup>a</sup> y 8.<sup>a</sup>) colocadas verticalmente (1), que giran alrededor de un eje *o* situado en la parte inferior, apoyándose en dos cojinetes *b*; dichas llantas se mantienen a una distancia constante por una pieza de hierro que hay en la parte inferior, otra de madera en casi toda su longitud y un taco de hierro *d* en la superior, el cual está perforado y provisto de un filete; hay además una varilla de hierro *e* fileteada en los puntos correspondientes a los tacos y termina en la casita del frenero; como los filetes son de sentido contrario, haciéndola girar en uno de ellos se aproximarán las llantas girando alrededor de *O* y las zapatas oprimirán la polea; en sentido contrario, la dejarán libre.

FIGS. 7.<sup>a</sup> y 8.<sup>a</sup>

Por algunos de los 27 planos inclinados de esta Sociedad pueden transportarse al día 800 toneladas, bajando dos vagones cargados y subiendo otros dos vacíos.

En *Turón* hay varios planos inclinados, entre los cuales podemos citar el de *San Victor*, *núm.* 1; es de 70 m., con una pendiente de 32° y una distancia de 1,20 m. entre las dos vías, que son de 0,60.

Los vagones se colocan en unas plataformas que tienen dos vías y en cada una de ellas se ponen dos, formándose, por lo tanto, los trenes de cuatro vagones.

El cable es redondo, de 22 mm. de diámetro y dura unos dieciocho meses.

En la cabeza del plano hay dos poleas; la de mayor diámetro, que es la más distante y á la que se aplica el freno, tiene dos gargantas; el cable principia á arrollarse á ella, va á la de menor diámetro y de ésta vuelve á la segunda garganta de la primera, saliendo de ella para engancharse en la plataforma.

En el pie del plano hay un foso donde se detienen las plataformas, quedando los vagones al nivel de las vías donde se forman los trenes, generalmente de 15 unidades, aunque algunas veces se han for-

(1) Para mayor claridad, los cojinetes *b* y el bloque donde se apoyan no están dibujados en la fig. 7.<sup>a</sup> y la pieza *c* tampoco lo está en la fig. 8.<sup>a</sup>

mado de 32; son arrastrados por un buey, el cual puede transportar más vagones que las locomotoras pequeñas de la Sociedad. Dichos trenes son conducidos adonde llega la locomotora, para ser trasladados á los talleres de lavado.

Por este plano pueden bajar, en diez horas de trabajo, 500 vagones, ó sean 275 toneladas.

El aparato de la cabeza y las plataformas costaron 5.550 pesetas; los carriles á 2,65 pesetas el metro; á peseta el metro cúbico de desmonte, si eran tierras, á dos en roca, y por la colocación del balasto, traviesas y carriles, se pagó á dos pesetas metro de vía.

El de *San Victor*, núm. 2, tiene la misma inclinación; el cable, que es plano de 0,060 por 0,014 m., se arrolla sobre poleas y en diez horas pueden descender 300 vagones.

El de *San Victor*, núm. 3, lo estaba construyendo el distinguido ingeniero Sr. Aldecoa, cuando visitamos las minas y talleres.

Otro de los planos inclinados que merecen citarse, es el que va de primero á tercer piso de la mina *Baltasara*, de la Sociedad *Fábrica de Mieres*, tiene 190 m. de longitud, con una pendiente de 22°; es también de doble vía de 0,60 m. y entre los carriles de cada una hay otra de 0,34 m., por donde van los carritos-guías, á los que están atados los extremos del cable, pasando éste por debajo de los vagones, que marchan sueltos y son contenidos ó empujados por dichos carritos, según bajen ó suban.

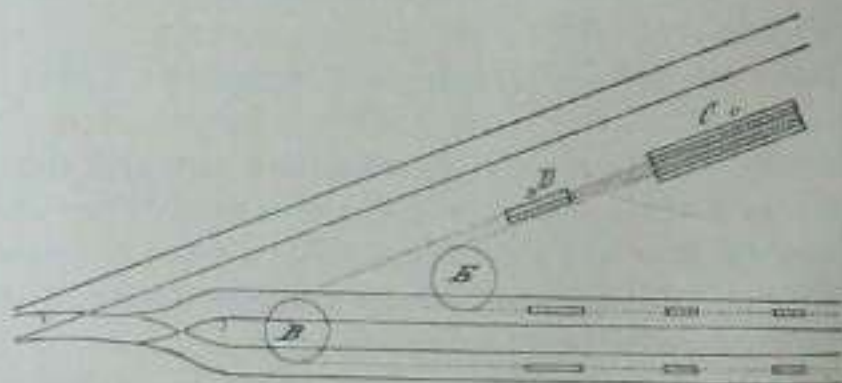


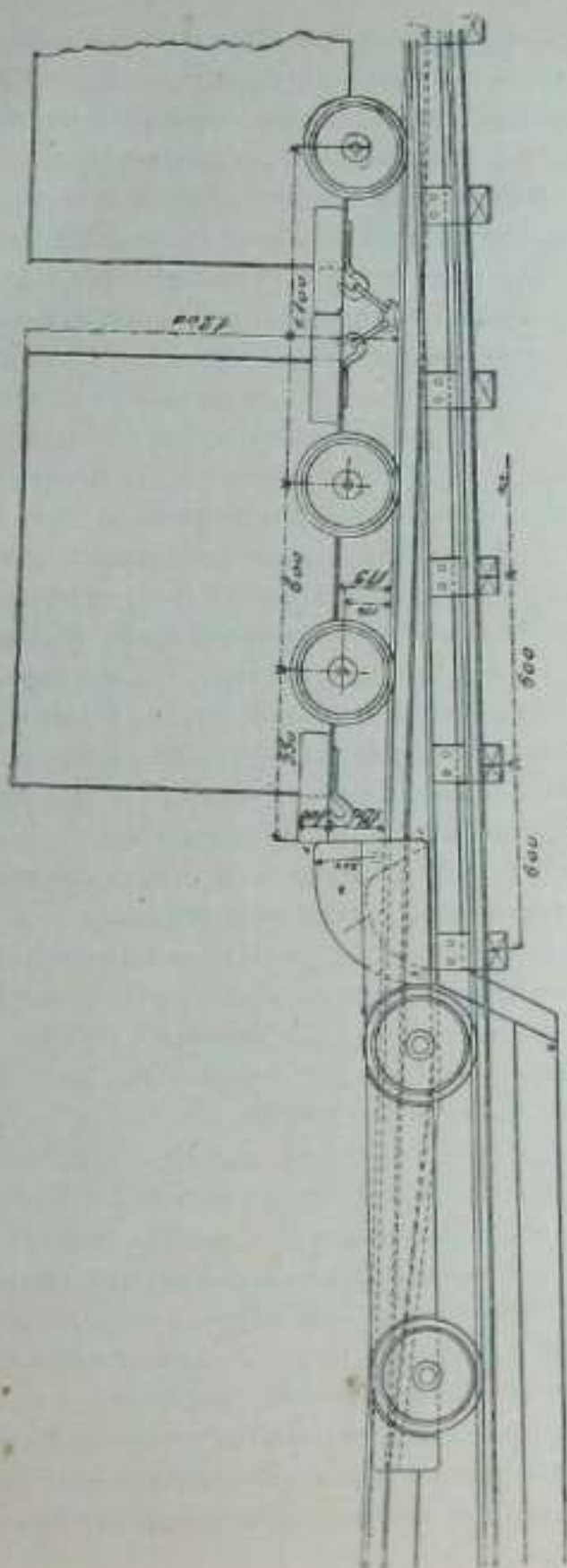
FIG. 9.ª

La unión de este plano con la plaza de maniobras en la cabeza, se hace por una curva de 10 m. de radio, á la que se adapta el cable, pasando por unas poleas; de éstas va á una de cambio *B* colocada

debajo de la vía; después a otra *C* de tres gargantas; de ésta, como indica la fig. 9, a otra *D* que tiene dos, y saliendo por la parte superior de la *C*, va a la de cambio *E*, aparece en la otra vía entre los carriles, pasa por las tres poleas que hay en la curva de 10 metros y continúa por el plano.

Por esta disposición se pueden poner los vagones cargados y quitar los vacíos, sin que pisen el cable.

Como en el pie del plano los vagones han de pasar sobre el carrito, para quedar libres y transportarlos a los lavaderos, la vía de dicho carrito, que está al nivel de la 0,60 metros en todo el plano, tiene mayor inclinación que ésta al llegar al pie, y termina en un pequeño foso, donde se detiene dicho carrito (fig. 10). Para hacer esta maniobra automáticamente y sin sacudida alguna, el Sr. Junquera ideó un



tope de hierro, *a, b, d, e*, de la forma indicada en las figuras 10, 11 y 12, terminando en horquilla la parte inferior, está colocado entre los largueros del carrito, en la parte anterior, y sujeto a ellos por una barra de hierro *o*, que le sirve de eje.

En la terminación de la vía de 0,34 m., y entre carriles, hay un pequeño foso; los brazos de la horquilla llegan a la pieza inclinada *b, c*, resbalan por ella, el tope gira por ser excéntrico y su cara *d, e*, que estaba en contacto con el vagón, queda horizontal y al nivel de los largueros, dejando el paso libre a los vagones.

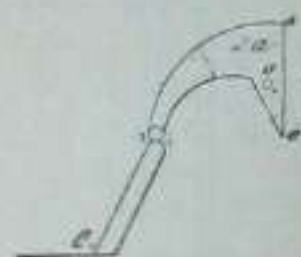


Fig. 11.

Cuando han de subir los vacíos, se colocan delante del carrito; el cable tira de éste, los brazos de la horquilla, resbalando por *b, c*, hacen girar al tope; se levanta *d, e*, poniéndose en contacto con el vagón inmediato y sube el tren, siendo suficiente la presión que se ejerce entre ellos para impedir la rotación del tope. Sin embargo, para mayor seguridad

hay entre los carriles del carrito, á partir de la pieza *b c* y en una pequeña longitud, dos barras de hierro, por donde resbalarían los brazos de la horquilla impidiendo la rotación, si la presión no fuese suficiente al principio de la marcha.

Al llegar el carrito á la cabeza del plano, los vagones vacíos marchan por la velocidad adquirida á un apartadero; el carrito queda detenido, el tope en la misma posición por medio de otras dos barras colocadas como en la parte inferior; se aproximan los tres vagones cargados, quedando el primero detenido por el tope y están en disposición de bajar, como se ve en la fig. 13.



Fig. 12.

Las poleas de cambio (fig. 9), *B* y *E*, tienen un metro de diámetro, la *C* 2,50 m. y además los bordes son cilíndricos, donde se aplican dos frenos de cinta que constantemente están actuando por contrapesos, siendo necesario que el frenero mueva una palanca para abrirlos y que los vagones puedan marchar.

El ángulo que forma el cable, cuando sale del plano inclinado para arrollarse a la polea del freno, es de 28°. Las gargantas de algunas de estas poleas están revestidas de piezas de madera yuxtapuestas, teniendo la forma cóncava exteriormente y la de cola de milano en el interior, por la que quedan fijas a dichas poleas. Cuando







por el uso se haya desgastado la garganta, no es necesario cambiar la polea, se quita la parte de madera que queda y, por una abertura lateral, se van introduciendo una á una las piezas convenientemente talladas, haciéndolas correr hasta que formen la garganta: la madera debe ser dura para evitar en lo posible el surco que se forma al cabo de algún tiempo, lo cual ocasiona mayor rozamiento al cable, disminuyendo, por lo tanto, su duración. Este inconveniente se atenúa rellenándolo con estopa.

El cable tiene 25 mm. de diámetro, pueden bajar en diez horas setecientos vagones, que transportan 560 toneladas y está dispuesto para formar los trenes de cuatro vagones cargados, si las necesidades lo exigiesen.

El precio de transporte por tonelada, teniendo en cuenta los gastos de personal y efectos, es de unas 0,20 pesetas.

Su coste ha sido el siguiente:

	<i>Pesetas.</i>
Explicación y obras . . . . .	6.400
Traviesas y carriles . . . . .	4.500
Asiento de vías, nivelación y balasto . . . . .	700
Máquinas y montaje . . . . .	3.500
Cable . . . . .	400
TOTAL . . . . .	15.500

Los carriles de la vía de 0,60 m. pesan 12 kg. por metro, y los correspondientes á la de 0,34 m. 8 kg. también por metro.

\* Como se ve, la disposición es cómoda, los mecanismos están vigilados con suma facilidad, la plaza de maniobras se halla completamente libre y la disposición del freno impide que pueda ocurrir un accidente por falta de fuerza ó descuido del obrero encargado de manejarlo. Á pesar de lo bien estudiado y dispuesto, encontramos el inconveniente de no poder tener rodillos donde se apoye el cable, por cuya razón éste se mueve en el plano resbalando sobre unas piezas de madera colocadas de distancia en distancia, produciéndose un rozamiento considerable que lo deteriora (1).

(1) No entramos en más detalles por haber sido descrito con suma claridad, en 1897, en la *Revista Minera* por el ilustrado ingeniero D. Emilio Jiménez, que dirige esta mina y talleres de lavado.



La misma Sociedad posee el plano inclinado de la mina *Mariana* de 158,30 m. y una pendiente de  $31^{\circ},40'$ ; el cable es plano y tiene una sección de  $0,075 \times 0,013$  m.

En la cabeza del plano hay un eje con tres poleas; la de un extremo tiene doble llanta cilíndrica, en la que actúan dos frenos de cinta, que los maneja un obrero por medio de un tornillo; en las otras dos se arrollan los cables, y en el otro extremo hay un piñón que engrana con una rueda dentada fija á un eje paralelo al primero; está provisto en su extremo de unas paletas, que se mueven en una caja con agua para oponer mayor resistencia al movimiento de los vagones, pues no bastaba la de los frenos para contenerlos.

Por este plano, que costó 6.000 pesetas, pueden descender 500 toneladas en diez horas, viniendo á costar á 0,04 pesetas el transporte de la tonelada, sin tener en cuenta los gastos de amortización y conservación.

Próximas á la *Baltasara* están las minas de *D. Manuel Fernández*, que en la explanación de un plano inclinado tiene cuatro vías, dos de ellas para el transporte del carbón arrancado á un nivel y las otras dos de mayor longitud (fig. 14) para el servicio de otro superior; todas éstas se reúnen en una sola al pie. El servicio de los dos niveles puede hacerse á la vez, teniendo las precauciones convenientes en la parte inferior y se facilitaría considerablemente, si el Sr. Fernández pudiese disponer de más espacio para poder establecer dos vías en dicho pie.

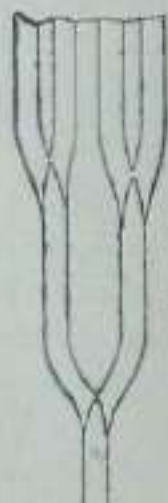


FIG. 14.

De los muchos planos inclinados que hay en *Sama*, podemos citar el de la mina *Ventura* (grupo *Etevíra*), que tiene 254 m. en un desnivel de 90 m., es de doble efecto, la explanación de 2,20 m., anchura de la vía, 0,50 m., de entrevías 0,60 m., el eje que hay en la cabeza del plano está á 4 m. sobre el suelo, apoyado por sus extremos y por el medio; tiene dos poleas de 1,70 m. de diámetro y dos frenos actuando en otras dos de 0,65 m. El cable es redondo, de 0,022 m. de diámetro; se enganchan dos vagones cargados que llevan 800 kg. cada uno, y en diez horas bajan 126 trenes.

Puede considerarse su coste, por metro de vía, en 10 pesetas, sin contar la expropiación. El servicio se hace con un frenero y un

ayudante en la cabeza del plano, y un obrero para el enganche y desenganche en el pie.

El de la mina *Mariquita* tiene dos pendientes, la mayor de  $32^{\circ}$ , y los trenes son de dos vagones, que van sobre una plataforma.

En la cabeza del plano hay un eje con tres poleas, en una de las extremas se arrolla el cable de la plataforma, que es plano, en la otra el del carrito cargado con los pesos y en la central actúa un freno de cinta.

Por este plano bajan al día 300 toneladas. El servicio se hace con un frenero que gana 2,25 pesetas, y tres mujeres á 1,25.

El de la mina *Santa Ana* es de doble efecto, con una inclinación de  $27^{\circ}$ , y la vía de 0,65 m.

La disposición de la cabeza, tanto en este plano como en el siguiente, es la misma que hemos dicho al hablar de los de Barruelo. El cable tiene 0,018 m. de diámetro, y en diez horas de trabajo pueden descender 350 toneladas.

El de la *Justa* tiene 175 m. y una pendiente de  $27^{\circ}$ , la polea de la cabeza tiene tres gargantas, donde se arrolla un cable de acero de 17 mm. Los trenes se forman con dos vagones, que llevan un peso útil de 800 kg. cada uno, ordinariamente bajan 350 vagones al día, pudiendo aumentarse hasta 500 en caso necesario.

Los carriles pesan 10 kg. por metro, y el cable costó á 1,25 pesetas metro.

El servicio se hace con un frenero, una muchacha y un obrero en el pie que ganan respectivamente 2, 1,25 y 2,50 pesetas.

La Compañía minera de *Sctares* posee varios planos inclinados; uno de ellos ascendente, tiene una longitud de 250 m., ancho de la vía 0,75 m.; los carriles de ocho metros, con un peso de 15 kg. por metro. En la cabeza del plano hay una máquina de extracción, que la han aprovechado para esto y pone en movimiento un eje horizontal provisto de un piñón, que engrana con una rueda dentada colocada entre las dos poleas donde se arrollan los cables, estando situadas las tres en un mismo eje paralelo al del piñón. Dichas poleas tienen un borde cilíndrico donde se aplican los frenos de cinta, que comprenden media circunferencia, pueden embragarse á voluntad, de tal manera, que los vagones circulen solamente por una de las vías, funcionando el plano en este caso como de simple efecto.

La máquina es de 30 caballos, los vagones cargados pesan 3.500

kg., sube dos á la vez y en un día 180, pudiendo aumentar este número en caso necesario.

Otro plano inclinado de 550 m., con una pendiente de 45 por 100, baja el mineral á los lavaderos, es de doble efecto; ancho de la vía 0,75 m., diámetro del cable 0,040 m.; se arrolla sobre dos bobinas de 2,50 m. de diámetro provistas de freno y una de ellas de dientes en su circunferencia, tiene cable templador y cada tren se compone de cinco vagones.

En la cabeza del plano hay una máquina de vapor para poner en movimiento un piñón, que engrana con los dientes de la bobina, actuando únicamente al principio; puestos en movimiento los trenes, no necesitan de la máquina hasta llegar á los extremos del plano, que vuelve á funcionar para que lleguen á su destino.

El último cable que han usado en este plano duró veintitrés meses y costó unas 15.000 pesetas, habiéndose quitado cuando todavía estaba en un estado bastante bueno.

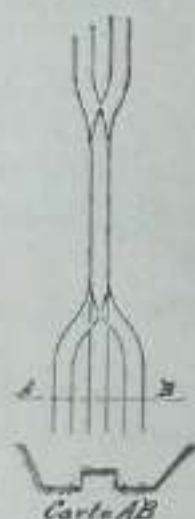


FIG. 15.

El mayor y más importante de los planos inclinados que posee esta Sociedad, es el que sirve para transportar el mineral desde donde termina el ferrocarril hasta la proximidad de los depósitos. Dicho plano tiene 670 m. de largo, con una pendiente de 20 por 100, los trenes se componen de cuatro vagones cargados con dos y media toneladas de mineral cada uno, es de doble efecto y en el pie hay tres vías; un obrero mueve las agujas, y los trenes cargados marchan por la central (fig. 15), que está algo más elevada que las laterales, desde donde son transportados los vagones para vaciarlos en un coladero casi vertical de 55,74 m., cayendo el mineral á uno de los depósitos. Otros vagones se llevan á un plano inclinado próximo, por donde descienden á los demás.

Con objeto de evitar la trituración que experimenta el mineral al caer por el coladero, estaban practicando un pozo para instalar una balanza. Los vagones vacíos se llevan por pendientes de equilibrio á las vías laterales que hay al pie del plano, donde se forman los trenes y se enganchan al cable.

El más notable de los planos inclinados por su longitud y trazado es el de la *Orconera*, que tiene 1.097 m., 311 en curva de 183 m.

de desarrollo y 488 de radio, salvando un desnivel de 180 m., con una pendiente máxima de 21 por 100 y media de 17,87 por 100.

Es de doble efecto, la vía tiene un metro de anchura con carriles de 25 kg. por metro; por él circulan trenes compuestos de ocho vagones cargados con 4 y 4,50 toneladas cada uno y un peso muerto de tres.

En la cabeza del plano se bifurcan las dos vías, habiendo, por lo tanto, cuatro; las laterales son de pequeña longitud, con una rampa de mayor inclinación que la del plano, y después una pendiente por donde marchan los trenes vacíos (figs. 16 y 17).

Estos trenes son remolcados por cables de acero de 45 mm. de diámetro, que han durado próximamente dos años y medio cada par, habiéndose transportado en este tiempo 1.455.161 toneladas; desde 1892 han adoptado los de patente Langs.

Los que estuvieron recientemente en servicio duraron: dos años y once meses el de la derecha, y se quitó después de haber transportado 947.037 toneladas; el de la izquierda duró tres años y ocho meses, habiendo transportado 1.233.317 toneladas.

Dichos cables se arrollan en dos tambores cilíndricos situados en el mismo eje; tienen cinco metros de diámetro y están colocados á una altura suficiente para poder pasar los trenes por debajo; tienen cuatro frenos de cinta, que se aplican á las bandas cilíndricas de dichos tambores.

Como éstos son de gran diámetro, las cintas de los frenos tienen bastante peso, y si descansasen en la parte superior producirían un rozamiento constante, mientras que en la inferior no actuaría el freno sino apretándolo mucho. Para evitar esto, tienen en la parte in-



FIG. 18.

ferior unos elevadores, formados por una chapa de hierro doblada en ángulo recto próximamente, que gira alrededor de la arista (fig. 18); en la extremidad de la cara inferior del diedro hay dos contrapesos  $p, p$ , y la otra cara termina en una horquilla  $a$ , en la que se apoya la cinta, quedando muy próxima al tambor cuando no actúa el freno; otros elevadores análogos que hay en la parte superior las levantan para evitar el rozamiento, de tal manera, que los tambores giren sin to-

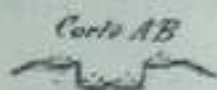


FIG. 16.

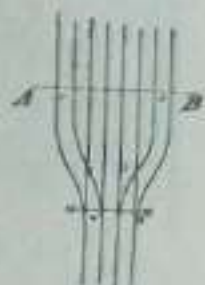


FIG. 17.

car las cintas. Cuando se desea disminuir la velocidad ó parar los trenes, se echa el freno, giran los elevadores alrededor de sus aristas y las cintas se aplican á sus respectivas llantas. Este freno se maneja por medio de un torno, que transmite el esfuerzo, por engranajes y una manivela, á unas barras de hierro y á una cadena, éstas á unas palancas que van á las cintas, sirviendo aquella de fiador en el caso de romperse las barras.

En la cabeza del plano, y entre las vías, hay un aparato que impediría el descenso de los trenes, si por olvido no se hubieran

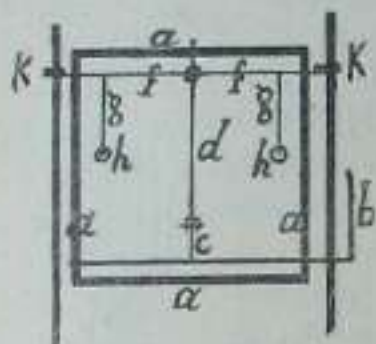


FIG. 19.

enganchado al cable. Este aparato consiste en un bastidor de arrabió *a* (fig. 19), donde hay un eje que se mueve por una palanca *b* situada fuera de la vía; este eje tiene una manivela *c* articulada á una biela *d*, ésta mueve á su vez á otras dos *f*, que terminan en unos topes *k*, y hacen girar á dos palancas *g* alrededor de los puntos *h*. Si hacemos girar 180° a la palanca *b*, los girará la manivela *c*,

avanzará la *d*, aumentará el ángulo que forman las *f* hasta 180°, y los tacos *k* se colocarán sobre los carriles, como indica la figura; haciendo girar á la *b* en sentido contrario, los tacos se pondrán entre los carriles y quedará libre la vía.

El tren cargado marcha por la que está colocada entre los dos macizos de mampostería que sostienen los tambores, se engancha al cable arrollado á uno de ellos y á otro de menor diámetro, llamado templador, que lo está á un torno, se hace avanzar el tren hasta colocarlo en la pendiente, en cuyo caso está sostenido por el último cable, que se va aflojando lentamente para poner en tensión el arrollado al tambor, después se desengancha el templador, se afloja el freno y desciende el tren, evitándose con esta disposición la sacudida que sufriría todo el aparato de la cabeza. Al llegar los trenes vacíos á la parte superior, un obrero mueve las agujas para que suban por una de las rampas ó apartaderos (figs. 16 y 17), se desenganchan automáticamente al bajar la pendiente, y marchando solos por fuera de los macizos, se alejan lo suficiente para no embarrasar las maniobras de los trenes cargados.

El desenganche se verifica de la manera siguiente: el cable ter-

mina en una anilla de hierro que se coloca entre otras dos fijas al vagón de cabeza, las tres se atraviesan por un pasador sujeto á una cadena unida al extremo del brazo menor de una palanca, que gira alrededor de un eje situado en la cara anterior de dicho vagón, el otro brazo sobresale lateralmente bastante, y al bajar la pendiente de las vías laterales ó apartaderos, resbala bajo una pieza inclinada fija que hay colocada fuera de la vía, gira la palanca, sale el pasador y queda libre el tren.

En el pie se desengancha á mano, se deshace el tren y los vagones marchan por pendientes de equilibrio á los hornos de calcinación, si el mineral es carbonato, ó á un basculador si son óxidos. Éste se compone de una plataforma que gira alrededor de un eje excéntrico y está equilibrado por un contrapeso; pero al llegar el vagón lleno, vence al contrapeso de la plataforma, gira ésta hasta impedirlo unos topes, al mismo tiempo las aldabillas que cierran la puerta lateral, se abren al chocar con obstáculos fijos y se vierte el mineral á una tolva, de la que cae á otro vagón colocado en la parte inferior.

Vertido el mineral, predomina el contrapeso de la plataforma, gira ésta en sentido contrario hasta llegar á la posición normal y se sustituye el vagón vacío por otro cargado. El basculador está provisto de un freno para moderar la velocidad en el segundo giro.

Por este plano inclinado pueden descender 78 trenes al día, ó sea más de 2.500 toneladas, habiendo pasado alguna vez de 3.000. No sólo transporta mineral, sino también viajeros (gratuitamente), víveres, materiales de construcción, etc., para los pueblos inmediatos que no tienen vías de comunicación.

La velocidad media de los trenes es de dos minutos y medio por kilómetro; pero si se tiene en cuenta que al principio y al fin la marcha es pequeña, resulta que cuando se encuentran hacia el medio del plano, dicha velocidad es la de un tren expreso.

Costó 1.145.064 pesetas, distribuídas de la manera siguiente:

	<i>Pesetas.</i>
Construcción.....	704.496
Vía, máquinas, etc.....	293.256
Vagones.....	147.312
TOTAL.....	<u>1.145.064</u>

Recientemente ha construido esta Sociedad otro plano inclinado, que tiene 500 m. de longitud, parte de ella en curva, salvando un desnivel de 180 m., con una pendiente máxima de 30 por 100 y mínima de 15, es de doble vía y circulan por él trenes compuestos de cuatro vagones cargados con cuatro toneladas cada uno.

La cabeza del plano tiene la misma disposición que el anterior; en el pie, las dos vías se unen en una de pequeña longitud, para dividirse después en otras dos con diferente pendiente, que forman lo que se llama un corazón en los planos de una sola vía; por la que queda más alta, marchan los vagones cargados, vuelven por la otra para llegar al basculador, que se encuentra en ella, y después de vaciados se reúnen en el punto más bajo para formar los trenes vacíos.

Cuando éstos se ponen en marcha llegan á la vía única, y un obrero, moviendo las agujas, hace que suban por la que no baja el tren cargado.

Por este plano pueden descender con gran facilidad 100 trenes al día.

Además de éstos tienen otros de menor importancia, en los que un vagón cargado hace subir otro vacío. Uno de ellos tiene en la cabeza dos poleas, cuyos ejes son verticales; una con dos gargantas, dos frenos y mayor diámetro que la otra; el cable, después de pasar por una polea vertical que le sirve de guía, se arrolla en las primeras, cruzándose al pasar de una á otra, para aumentar la resistencia al resbalamiento, y vuelve otra vez al plano por otra polea-guía.

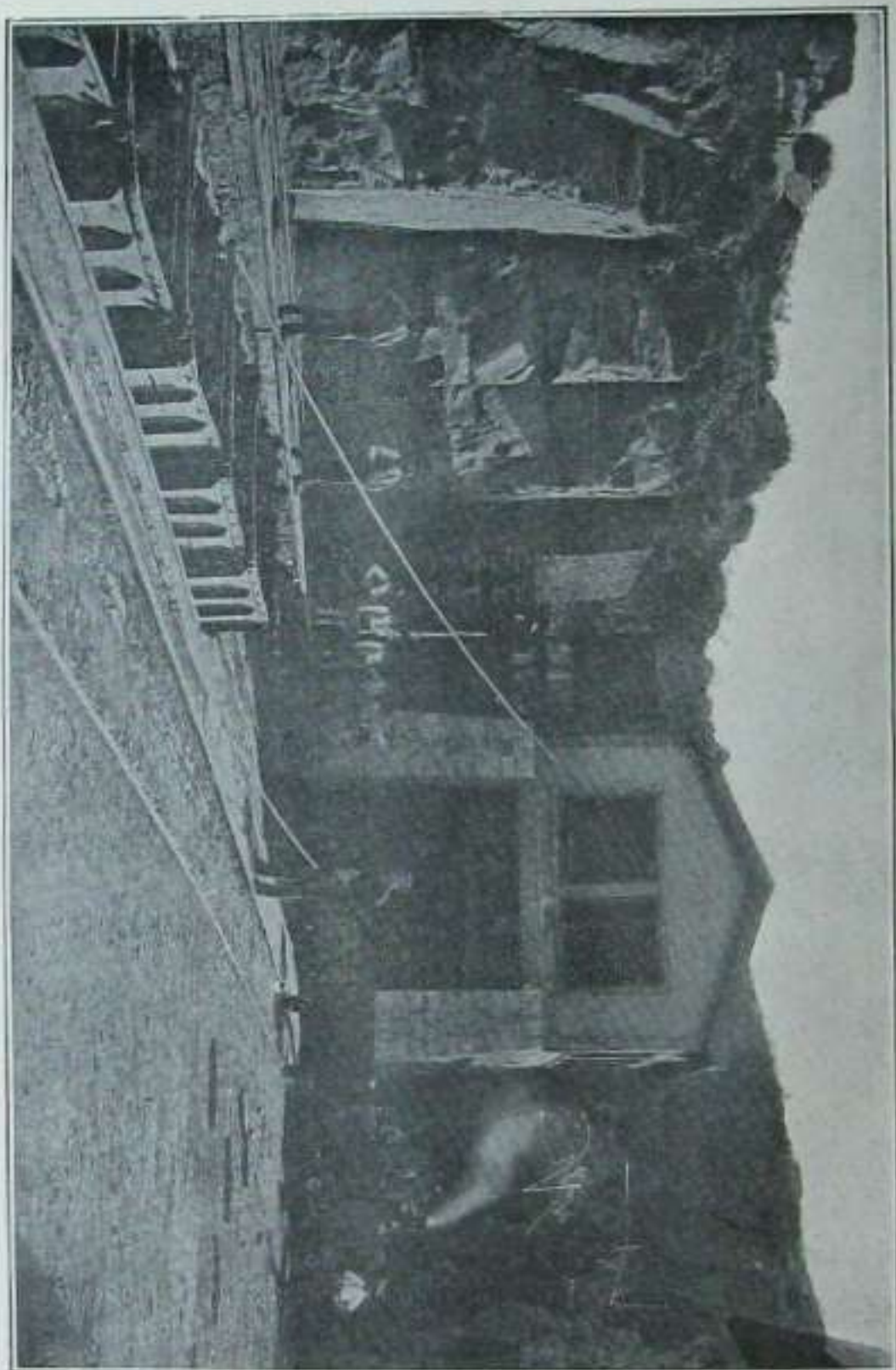
*Julia y Adela.*—De los planos inclinados que hay en estas minas, solamente nos ocuparemos de uno construido para servir á dos niveles distintos.

La cabeza de este plano está construida como la generalidad de los de esta zona, con las dos vías y los dos apartaderos de mayor pendiente, donde al descender se desenganchan y marchan solos una cierta distancia. El cable es cilíndrico y se arrolla en dos tambores situados en un mismo eje.

Mientras bajan los vagones cargados que se han acumulado en la cabeza del plano, se hacen las maniobras correspondientes al nivel inferior (fig. 20), es decir, se quitan los vagones vacíos que hay en uno de los apartaderos, para llevarlos á los tajos y cargarlos,







volviéndolos después al otro apartadero. Una vez terminado el transporte del nivel superior, se añade al extremo del cable que se encuentra en la cabeza, un trozo igual á la parte del plano inclinado comprendido entre los dos niveles y se está en condiciones de poder servir al inferior; pues á los vagones cargados se los coloca en la vía de dicho plano, se enganchan al extremo de la parte añadida y descienden al mismo tiempo que suben otros tantos vacíos hasta el apartadero correspondiente á este nivel, desde cuyo punto son transportados á los tajos.

El número de viajes que se han de hacer en el servicio de este nivel ha de ser par, para que el trozo de cable añadido quede siempre, al terminar dicho servicio, en la parte de plano comprendido entre los dos niveles, en cuyo caso, desenganchando el trozo, se encuentra el cable en disposición de poderse fijar á los vagones reunidos en el superior.

Para éste se forman los trenes con dos vagones y para el inferior con cuatro, que llevan tres toneladas y media de mineral.

*Franco-belga.*—El plano inclinado *núm.* 1 de esta Sociedad tiene 674 m., las pendientes varían de 25 á 36 por 100, está calculado para trenes de 12 vagones; pero ponen solamente ocho, que tienen un peso muerto de una tonelada y llevan dos de mineral cada uno. La fig. 20 representa la cabeza de este plano.

El cable se arrolla en dos tambores de 5 m. de diámetro situados en un mismo eje, están provistos de cuatro medios frenos, teniendo además un regulador de paletas que se mueve por engranajes.

Cada tren tarda unos cinco minutos en recorrer dicho plano.

El conocido con el *núm.* 2 tiene 355 m. con una pendiente de 50 por 100; los trenes se forman con seis vagones y se pueden poner siete sin inconveniente alguno. Los cables de estos planos son de 39 mm. de diámetro, están ensayados á 76 toneladas y se prueban cada seis meses para desecharlos, si quitada la parte inferior, que es la más deteriorada, se rompen á 50 toneladas.

Dichos planos están unidos por vías con pendientes de equilibrio

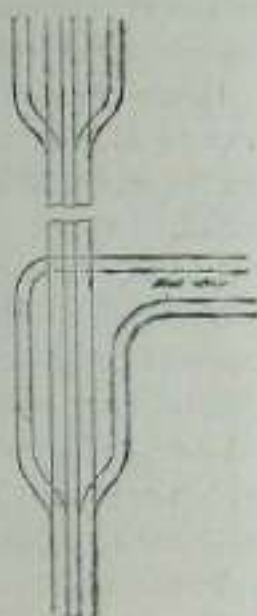


FIG. 20.

colocadas en un túnel. Los trenes que han bajado por el *núm.* 2 marchan solos á la cabeza del *núm.* 1, y los que han subido por éste, marchan también á reunirse en el túnel, para formar nuevos trenes que suben por el *núm.* 2.

Desde el pie del *núm.* 1 van los vagones á basculadores, donde se vierte el mineral en los muelles ó en tolvas convenientemente colocadas, cayendo á los vagones del ferrocarril, que posee esta Sociedad.

Los carriles tienen un peso de 24 kg. por metro.

*Galdames.*—Entre los muchos planos inclinados, por donde se transporta el mineral de varias minas al ferrocarril de Galdames, podemos citar el de la *Justa*, primero que se construyó en esta zona, y el de *San Fermín*, por ser el de mayor pendiente. Este plano tiene una longitud de 150 m., doble vía y plataformas de hierro que pesan 3.200 kg., donde se colocan los vagones para evitar que se vierta el mineral,

Como la pendiente es de 80 por 100, se han visto obligados á dar mayor estabilidad á la vía, por lo cual, en vez de traviesas, han puesto una serie de largueros unidos por traveseros, y entre éstos, cruces de San Andrés que sirvan de refuerzo; á estos entramados se han fijado los carriles, que pesan 24 kg. por metro. Se diferencia también de los demás, en que al llegar los vagones á la cabeza del plano, marchan por vías colocadas sobre los tambores donde se arrollan los cables, entre los cuales está el freno.

Hace pocos días se ha terminado otro plano inclinado para el servicio de la mina *Peña* (*grupo de Sama*), es de simple efecto, su longitud de 108 m., con una pendiente de 65 por 100, tiene dos vías, una de 0,60 m., con carriles de 15 kg. por metro para la plataforma donde se colocan los vagones y otra más estrecha para el carrito del contrapeso.

En la cabeza hay dos poleas donde se arrollan los cables y entre ellas otra de 1,50 m. de diámetro, en la que actúa el freno provisto de un contrapeso para mayor seguridad.

La plataforma (figs. 22 y 23) es de hierro, pesa 600 kg. y tiene dos vías para poner un vagón en cada una. El carrito del contrapeso, con la carga que lleva, tara 3.300.

El diámetro del cable es 30 mm., los vagones cuestan á 560 pesetas, y cada uno lleva una tonelada de carbón.

En este plano hay dos obreros en la cabeza y otros dos en el pie que ganan a 3 pesetas; por él descienden 200 toneladas diarias, cuyo número puede duplicarse en caso necesario, y costó 22.700 pesetas.

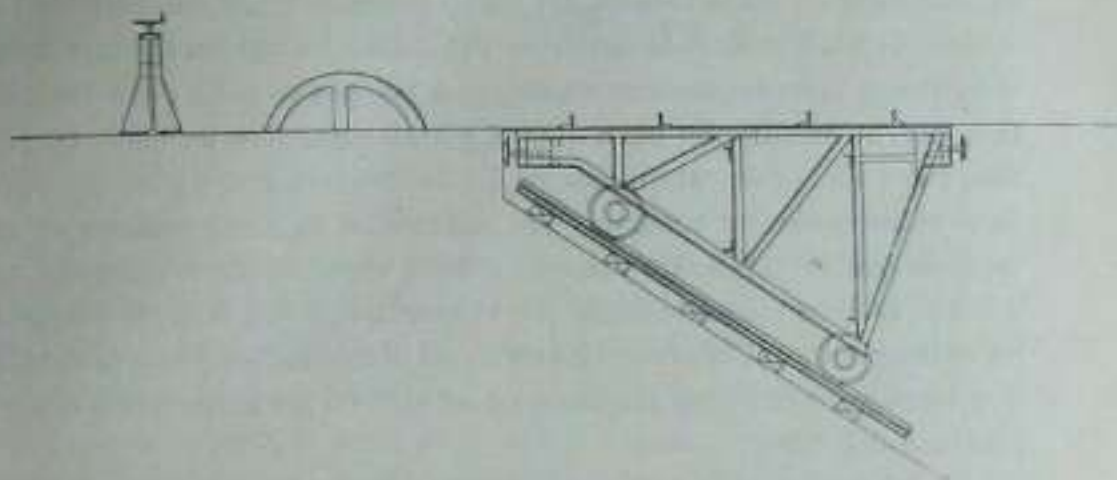


FIGURA 22.

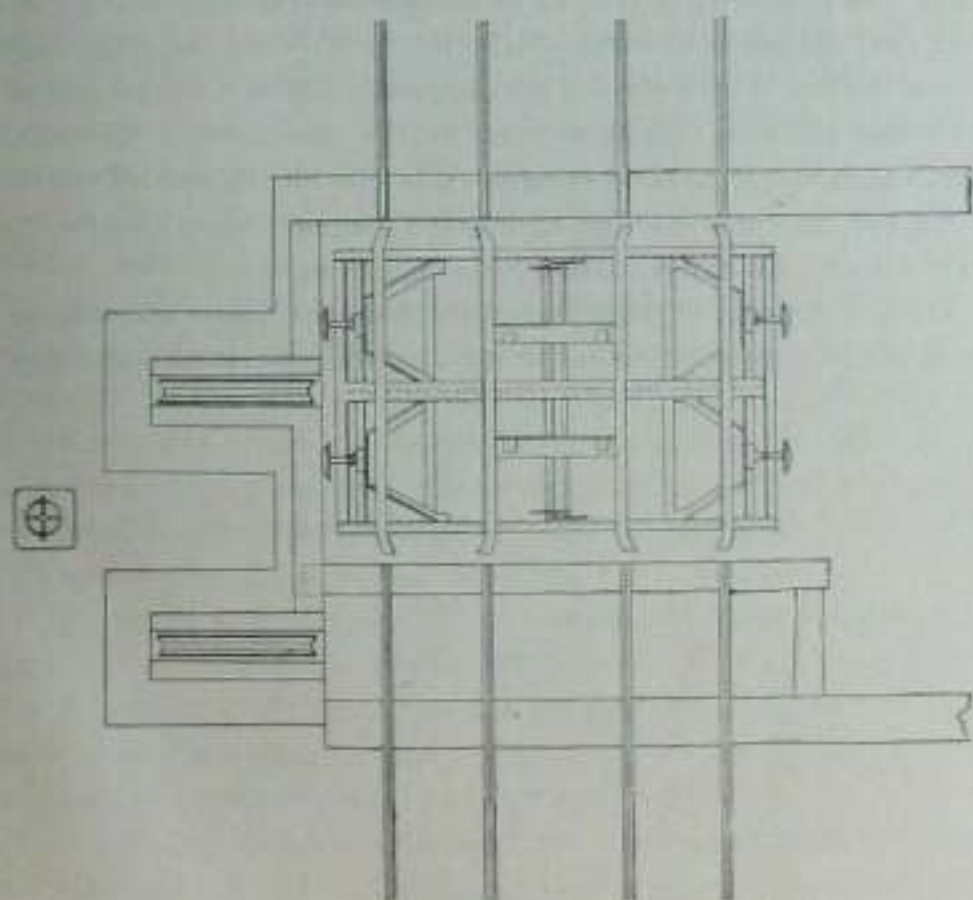


FIGURA 23.

Para terminar los planos inclinados, describiremos el de contrapeso de agua; pues aunque no lo hemos visto aplicado, podría serlo alguna vez, si la cantidad de mineral que se ha de elevar no es muy considerable, y en la cabeza del plano se puede tener con facilidad y economía un depósito de agua, en cuyo caso, se unirán los extremos del cable á dos plataformas análogas á las que se usan para los que tienen gran pendiente; pero dichas plataformas han de estar cerradas, para servir de caja donde se ha de depositar el agua que produce el movimiento; tendrían una válvula en la parte inferior, y en un lado pueden llevar un tubo de cristal convenientemente graduado, que esté en comunicación con el interior, y por el nivel del agua en el tubo sabrá el obrero el número de litros que contiene la caja, ó que su peso es el suficiente para hacer subir á la enganchada al otro extremo del cable.

La manera de funcionar se comprende fácilmente: si las cajas están una en la cabeza del plano y otra en el pie, un obrero hace llegar á la primera la cantidad de agua necesaria durante las maniobras, después afloja el freno y descenderá llevando los vagones vacíos, mientras la otra subirá los cargados. Al llegar al pie, se abre la válvula por una cadena ú otro medio cualquiera y se vacía al mismo tiempo que se echa el agua en la que ha llegado á la cabeza.

En vez de cajas pueden emplearse vagones que tengan en la parte inferior un depósito, donde se eche el agua.

De esta manera se puede tener un plano inclinado ascendente de doble efecto, sin necesitar una máquina para ponerlo en movimiento.

## FERROCARRILES

---

Cuando los vagones llegan al pie de los planos inclinados, se reúnen en unas vías próximas, para formar trenes que han de llevar los productos extraídos de las minas á los lavaderos, á los hornos de calcinación, si son carbonatos, á los cargaderos, si el mineral que se encuentra no necesita preparación alguna para ser exportado, como sucede con el arrancado en las minas de Bilbao, ó como ocurre en algunos puntos de las provincias de Palencia, León y Asturias, donde los tajos se hallan á gran altura sobre el nivel de los valles, que dichos trenes marchan por la falda de una montaña, y pasando algunas veces de una vertiente á la opuesta por gargantas, llegan á la cabeza de otros planos inclinados, por donde descienden los vagones para formar nuevos trenes que, caminando por la vía construída en el fondo del valle, llevan el carbón á las fábricas ó á los lavaderos.

*Barruelo.*—Los planos inclinados de estas minas están dispuestos de tal manera, que el pie de cada uno está unido por una vía férrea á la cabeza del siguiente, hasta llegar al *Porvenir*, por el que descienden los vagones á la fábrica. De este modo se transporta el carbón, con relativa facilidad, desde puntos bastante distantes y elevados, habiendo construído las vías con las pendientes en el sentido que marchan los trenes cargados.

Las diferentes secciones de esta vía suman más de 6.000 m., son de 0,55, con carriles de 6 m. y un peso de 10 kg. por metro; las curvas suelen tener un radio bastante grande; pero hay puntos donde el relieve del suelo obliga á disminuirlo hasta 20 m., que es el mínimo: la pendiente máxima llega al 2 por 100.

Como hace bastantes años que se trabaja en estas minas, el desarrollo de la vía en las diferentes galerías y á distintos niveles pasa de 36 km., teniendo, por regla general, una pendiente de 7 mm. por

metro, excepto en las primitivas, que alcanzaba hasta el 4 por 100; pero el ilustrado Director, Sr. Rubiera, las ha modificado, teniendo ahora el 2 y aun el 1 por 100 solamente.

Para el transporte exterior tienen unas locomotoras que pesan 3,800 kg. en marcha; la potencia es de cinco caballos; consume media tonelada de combustible en trece horas, y gastan para el engrase medio kilo de aceite y un cuarto de kilo de sebo en el mismo tiempo; proceden de la fábrica Cuillet (Bélgica) y costaron a 10.000 pesetas.

En un recorrido de 1.479 m. hacen 27 viajes y pueden llegar a 30 con trenes de 12 vagones cargados cada uno con 100 ó 150 kilogramos de material para las minas; cuando vuelve el tren con carbón, hay que echar los frenos.

Los vagones son de madera y de chapa; los primeros tienen la forma de un tronco de pirámide y la misma capacidad, próximamente, que los usados por el Sr. Iglesias, de los que nos ocuparemos después; su precio es 250 pesetas. Los que aparecen más próximos en la fig. 24, son también de madera, los que se ven en el fondo y a mayor distancia, entre el secadero de carbones, que es el edificio de la izquierda y el taller de aglomerados, que es el de la derecha, son de chapa y tienen una forma completamente distinta.

El transporte en el interior se hace por caballerías y bueyes.

En *Orbó* hay una vía férrea de 800 m., que une las cribas instaladas en las inmediaciones del pozo *Jovita* con la cabeza del plano inclinado *Peregido*; dicha vía tiene una pendiente de 1 y  $\frac{1}{4}$  por 100, el radio mínimo es de 30 m., su ancho de 0,55, y los carriles, que proceden de la fábrica Altos Hornos de Bilbao, son de 7 y  $\frac{1}{2}$  kg. por metro. La construcción de esta vía costó 3.500 pesetas, siendo, por lo tanto, una de las más económicas, debido esto en gran parte al relieve del suelo, pues en la explanación gastaron 800 pesetas solamente. La mayor parte del carbón extraído de estas minas se transporta por otra vía de 2.000 m., que partiendo de los tajos va al pozo maestro, habiendo de éste al depósito, donde se cargan los vagones del Norte, otros 2.000, correspondiendo 150 m. de esta sección a vía exterior y el resto al canal por donde se hacía el transporte en barcas, que rellenado en parte, han dejado tan sólo el espacio suficiente para colocar una vía.

Esta Sociedad no usa locomotoras, la tracción se hace por caba-

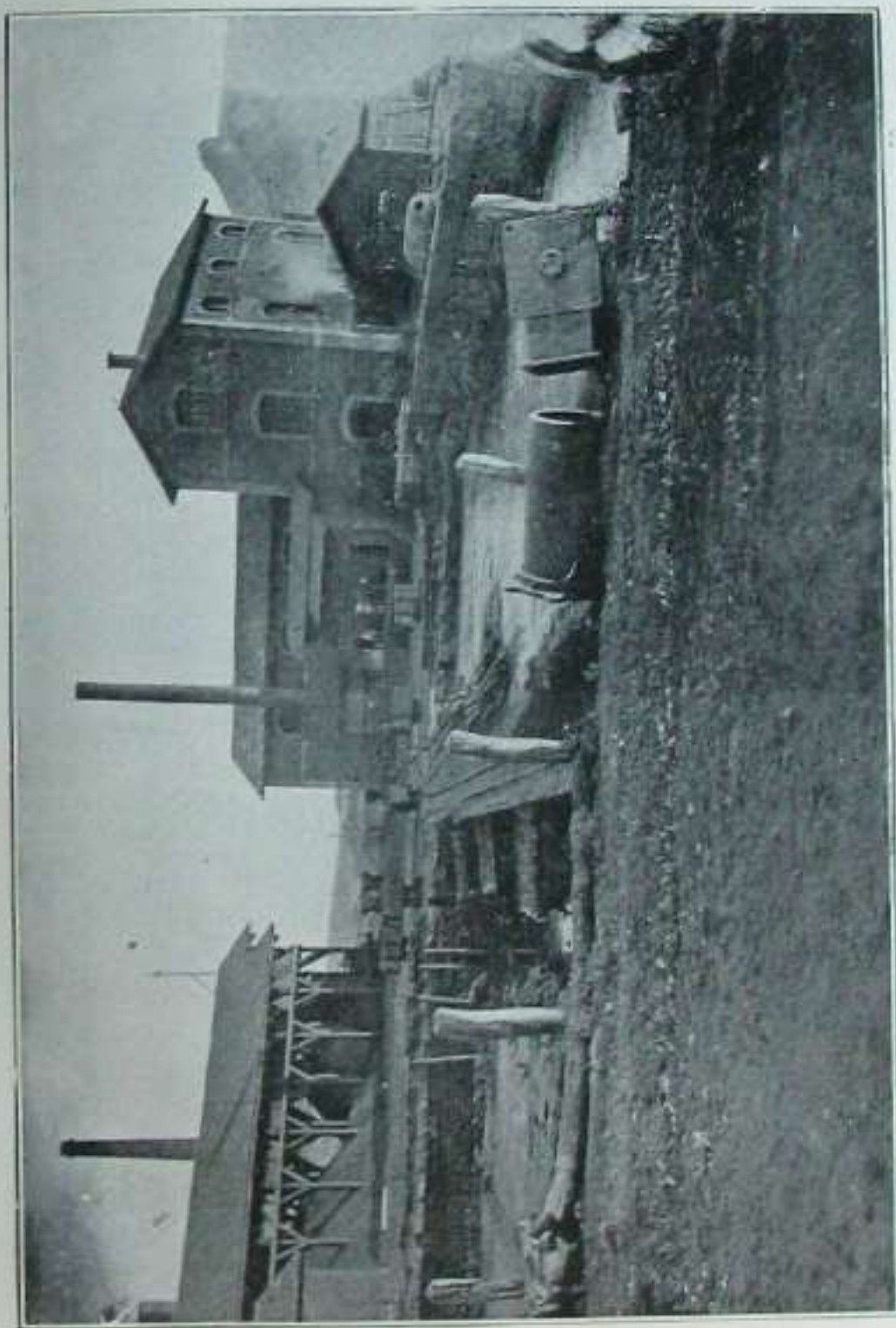


FIGURE 24





llos y bueyes; los trenes arrastrados por éstos se forman con siete vagones y con seis si emplean los primeros, que es lo más conveniente, según el resultado de las observaciones hechas por el Director, Sr. San Pedro, las que expondremos en otro capítulo por crearlas interesantes.

El servicio de los trenes se hace por dos hombres, uno de conductor y otro de frenero, que auxilia también al primero en caso necesario; el jornal de cada uno es de tres pesetas.

La tonelada transportada por la vía del canal, se haga con bueyes ó con caballos, no llega á treinta céntimos y por las galerías resulta á unos sesenta.

Los vagones usados en *Orbó* son de madera, unos tienen cajas de grasa y otros no. La capacidad de éstos es de 1.300 kg., costando la madera y mano de obra para la construcción de cada uno, 125 pesetas; las ruedas, que proceden de los talleres de Deusto, son de acero moldeado, cuestan á 11 pesetas, y pesan 26 kg. cada una; los ejes son de cuadradillo, cuya sección es de 0,045 m. de lado, y viene á costar á 0,25 pesetas el kg. Otros vagones, llamados de mina, tienen la forma de un tronco de pirámide, como los usados en las demás explotaciones de las provincias de León y Palencia, su capacidad es algo menor (para 850 kg.), su precio es próximamente el mismo que los anteriores, los ejes son fijos y para el engrase usan aceite de olivo mezclado con algo de petróleo, con objeto de impurificarlo para que no se lo lleven.

También hay otra vía de un metro, que va de *Cilla Mayor* á *San Cebrián*, de unos 18 km.; después de construída, no circulan trenes por estar parados los trabajos de las minas: lo mismo sucede con la que pasa por *Guardo*, que es de menor anchura y más económicamente construída.

Las minas de *Sabero* están unidas al ferrocarril de La Robla á Valmaseda por una vía compuesta de dos secciones: una de 1.800 m. que une la estación de *Cistierna* con *Vega Mediana*, donde están construyendo las instalaciones y los hornos de cok, y otra de 5.000 m., que desde este último punto va á las minas.

La primera es de un metro, con una pendiente máxima de  $\frac{1}{100}$ , por 100; el radio mínimo de las curvas es de 135 m.; las traviesas costaron á 1,75 pesetas; los carriles son de ocho metros, con un peso de 24 kg. por metro.

Hay un magnífico puente de hierro construido en los talleres de Zorroza, que tiene un solo tramo de 45 m. y un peso de 90 toneladas.

El coste kilométrico de esta vía ha sido de unas 38.000 pesetas; el puente vino á costar 60.000.

La vía de la segunda sección es de 0,60 m., con una pendiente máxima de 3 por 100; el radio mínimo 80 m.; las traviesas son de  $1,30 \times 0,16 \times 0,12$  m., y costaron á 0,90 pesetas; los carriles, como los de la primera sección, salieron á 85,50 pesetas los 100 kilogramos; la explanación, nivelación, balasto y asiento de la vía á 2,50 pesetas el metro, y, por último, el coste kilométrico unas 30.000 pesetas.

El transporte en la primera sección se hace con el material del ferrocarril de La Robla y en la que une las instalaciones con las minas por pequeñas locomotoras, que tienen una potencia de 1.800 kilogramos; su peso es de 9.500 vacía y 12.500 en marcha; consume unos 350 kg. diarios de carbón; el engrase, que es aceite de olivo y sebo, viene á costar unas 26 pesetas al mes; proceden de la fábrica Cuillet (Bélgica), y costaron á 20.000 pesetas con algunas piezas de repuesto.

Hacen al día cinco ó seis viajes completos con trenes compuestos de 25 vagones, que á la ida llevan maderas y vuelven cargados con 22 toneladas de carbón.

El transporte mensual suele ser de unas 1.600 toneladas, suficiente para satisfacer las necesidades actuales nada más; el día que estén terminadas las instalaciones, el rendimiento de la vía será mucho mayor, sin aumentar sensiblemente los gastos.

Los vagones usados en *Sabero* tienen los ejes fijos; los muñones están cubiertos por unas cazoletas (fig. 25) que presentan tres salientes ú orejas, provistas cada una de un agujero para fijar-



las á las ruedas por tornillos: en dichas cazoletas va depositada la grasa, que se echa por un agujero y se tapa con un tornillo; la capacidad de estos vagones es para 800 kg. de carbón y su forma es la representada en la fig. 26.

Actualmente están construyendo otros de forma prismática y fondo plano, cuyas dimensiones son  $1,70 \times 1,10 \times 0,60$  m., no pudiendo decir su precio, por no estar terminados cuando visitamos las instalaciones.

Próximas á las anteriores hay otras minas, que se unen al ferrocarril de La Robla por una vía de 0,60 m., cuyos carriles tienen un peso de 12 á 15 kg. por metro.

Los vagones son de tres clases en cuanto á su capacidad: unos pesan 490 kg. y llevan 1.120 de carbón, otros pesan 385 y transportan 1.115 y los menores taran 350 y llevan 990 kg.

Actualmente están construyendo otros, que transportarán dos toneladas; son de madera, el fondo tiene la forma de V convertida y se descargarán lateralmente por pequeñas puertas, que llevarán en la parte inferior de las paredes laterales; tampoco habían terminado ninguno cuando visitamos las instalaciones.

Las minas de *Matallana* están unidas á las instalaciones por una vía de 0,55 metro y éstas al ferrocarril de La Robla por otra de 1 m. Para el transporte por la primera tienen dos locomotoras, que pesan 3.200 kilogramos cada una y 4.000 en marcha; las cuatro ruedas están acopladas y arrastran trenes compuestos de 10 vagones cargados con 900 kg. cada uno. Proceden de la fábrica Cuillet (Bélgica) y costaron 15.000 pesetas las dos, sin incluir los cambios.

Estaban en reparación cuando visitamos las instalaciones, efectuándose el transporte por caballos y bueyes.

Los vagones son unos de madera y otros de chapa, haciéndose el engrase por la cazoleta, como hemos dicho al hablar de los de Sabero.

El servicio por la vía de un metro se hace con el material del ferrocarril de La Robla.

Entre la Pola de Gordón y Ciñera están las minas de *Santa Lucía*,

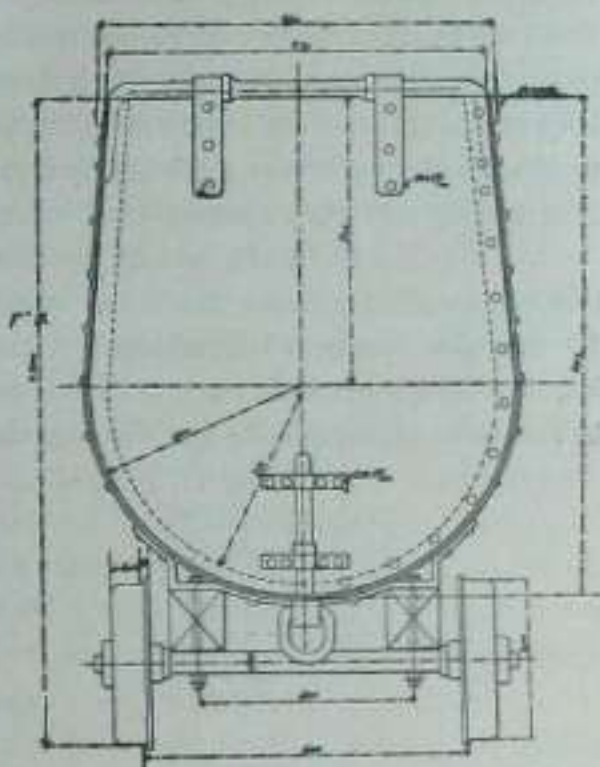


Fig. 26.

cuyos lavaderos se unen al ferrocarril del Norte por una vía de ancho normal; tiene además una sección de 200 m., desde dichos lavaderos al pie del primer plano inclinado descrito en el lugar correspondiente; otra de 2.240, que une la cabeza de dicho plano con las cribas; antes de llegar á éstas se bifurca la vía en otro ramal que va á la tolva. Estas secciones tienen 1 m. entre carriles, la pendiente máxima es de 16 mm. por metro y el radio mínimo de 80 m. Hay otras vías con un ancho de 0,50, por donde se transportan los productos de las minas á dichas cribas; alguna de éstas tiene una longitud de 800 m. y carriles de 7 kg. por metro.

La tracción en la vía de 1 m. se hace por locomotoras que, estando en marcha, pesan cinco toneladas y transportan en cada viaje 10 vagones ó sean 15 toneladas. Actualmente llevan 200 en diez horas, con un gasto de carbón de unos 300 kg. diarios, resultando la tonelada transportada á 0,058, según el siguiente cuadro:

	<u>Pesetas.</u>
Mano de obra . . . . .	0,027
Carbón . . . . .	0,011
Engrase . . . . .	0,020
<i>Total</i> . . . . .	<u>0,058</u>

Estas locomotoras fueron adquiridas en la misma fábrica que las anteriores y costaron á 16.017 pesetas.

La tracción en las vías de 0,50 m. se hace por caballerías; en la que tiene 300 m. transporta cada una 50 toneladas en diez horas y el coste por tonelada resulta:

	<u>Pesetas.</u>
Mano de obra, alimentación y herraje . . .	0,122
Engrase . . . . .	0,037
<i>TOTAL</i> . . . . .	<u>0,159</u>

Los vagones conducidos por locomotoras son de madera, pesan una tonelada y cuestan á 400 pesetas. Los usados para la vía más estrecha unos son de chapa y otros de madera; los primeros vuelcan como diremos al hablar de los de *Ujo*, tienen cajas de grasa y cuestan á 270 pesetas; los de madera están contruidos por obreros de la Sociedad, viniendo á salir á 140 pesetas.

El Sr. Iglesias transporta el carbón de sus minas á la cabeza del plano inclinado, ya descrito, por una vía de 0,60 m., con un desarrollo de 2.500 m.; la pendiente máxima es de 1 por 100 en el sentido de los trenes cargados, los carriles de seis metros y 17 kg. por metro.

En todas las minas y fábricas hay cambios y cruzamientos de vía, dispuestos generalmente de la manera ordinaria, por lo que hasta ahora no nos hemos ocupado de ellos y lo mismo haremos en lo sucesivo, á no ser que presenten alguna particularidad; únicamente la vía que hay en la plaza de maniobras, inmediata á las minas, se divide en tres, como representa la fig. 27, y no describimos su disposición por ser conocida.

La tracción se hace con una locomotora que pesa 2,630 kg. vacía y 3.500 en marcha; su potencia es de ocho caballos; consume 200 kg. diarios de carbón y necesita para el engrase dos de aceite mineral ordinario, que lo adquieren de Barcelona. La máquina procede de la fábrica de Black Hawthorn & Co. en Tine, y costó 8,381 pesetas.

Hace 11 viajes completos con trenes de 14 vagones, que suben cargados cada uno con 100 kg. de material para las minas.

Los vagones son de madera, tienen la forma de un tronco de

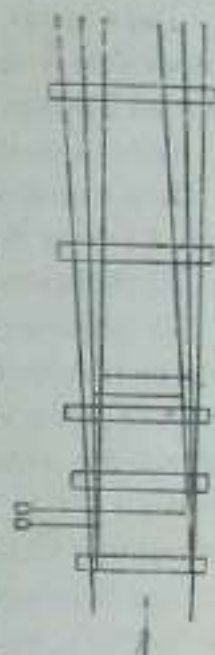


Fig. 27.

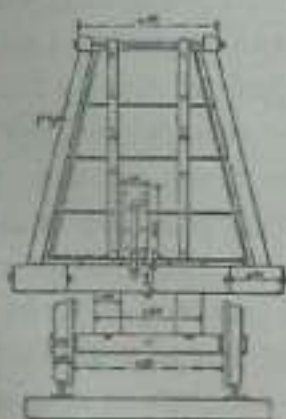


Fig. 28.

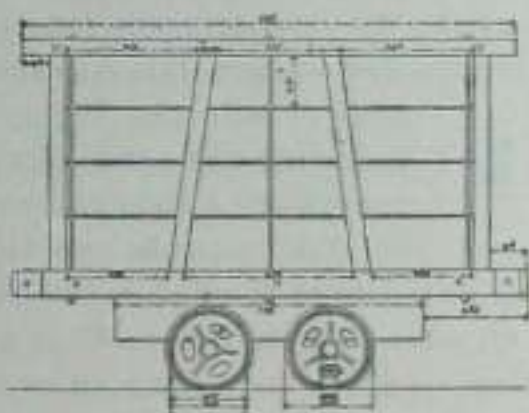


Fig. 29.

pirámide (figs. 28 y 29), algunos ejes son huecos y tienen en su medio un agujero, que se corresponde con otro que lleva el manguito

de hierro donde está colocado dicho eje, se vierte la grasa en el citado agujero y marchando por el interior del eje, sale a engrasar los muñones por otro orificio de que está provisto.

Para evitar la salida de las ruedas, se atornillan unas tuercas á los extremos de los muñones, sujetándolas para mayor seguridad con un pasador.

Otros ejes tienen una rueda fija y otra loca.

Los vagones vacíos pesan 340 kg., llevan 830 de carbón y vienen á costar de 150 á 200 pesetas.

El rodamen procede de los talleres de Deusto (Bilbao).

El ferrocarril que hay en *Ujo* para llevar el carbón desde los planos inclinados hasta los lavaderos tiene siete kilómetros; el ancho de la explanación es 2,50 m., de la vía 0,60, el radio mínimo de las curvas 20, altura del balasto 0,50 m., las traviesas son de roble, tienen  $1,20 \times 0,14 \times 0,13$  m., y los carriles de seis metros con un peso de 12 kg. por metro.

Los lavaderos están unidos al ferrocarril del Norte por una vía de ancho normal, tiene una longitud de 900 metros, pasa por un puente metálico de 40, la pendiente máxima es de 1,99 por 100, y el radio mínimo de las curvas de 200 m.

Los carriles son de acero, del sistema Vignole, de 7 á 10 metros de largos con un peso de 30 kg. por metro. Hoy se hacen, para la vía del Norte en la fábrica *Altos Hornos* de Bilbao, carriles de acero de 12,40 m., con un peso de 40 kg. por metro.

Los carriles se unen por eclisas, teniendo las interiores la forma ordinaria y las exteriores, que son de acero fundido, la de un hierro en ángulo, una de cuyas ramas se aplica al alma del carril y la otra



sobre el patín (fig. 30); se unen por seis pernos, correspondiendo tres á cada carril; cuando tienen cinco, corresponden dos á cada uno y el del medio pasa por la unión de ellos, teniendo con este objeto el extremo de cada carril un rebajo en la mitad de su altura para que pase el perno.

Algunos de éstos tienen en la parte cilíndrica, y unido á la cabeza, un diente que se aloja en un rebajo practicado en el agujero de la eclisa, pudiéndose por esta causa apretar la tuerca sin que gire el tornillo; pero lo más usual para este objeto es hacer que la cabeza del perno sea alargada (fig. 31), en cuyo caso su parte inferior se pone en contacto con



Fig. 31.







FIGURA 32

la rama interior de la eclisa (fig. 30), y este contacto impide la rotación del perno cuando se aprieta la tuerca.

La tracción en la vía estrecha se hace por locomotoras que proceden de la casa Viuda de Corpet (París), cuyas dimensiones principales son las siguientes:

Capacidad de la caldera. . . . .	660 l.
Idem id. vapor. . . . .	265 "
Depósito de agua. . . . .	800 "
Idem para carbón. . . . .	300 kg.
Diámetros de los cilindros. . . . .	210 mm.
Corrida de los émbolos. . . . .	320 mm.
Superficie de calefacción del hogar. . . . .	2m <sup>2</sup> ,45.
Idem id. de los tubos. . . . .	17m <sup>2</sup> ,43.
Presión del vapor. . . . .	9 kg.
Adherencia. . . . .	1.400.

Tienen seis ruedas acopladas, las dos centrales sin reborde, para facilitar el paso de las curvas, los mecanismos de los émbolos, cajas de distribución y transmisiones a las ruedas son exteriores al bastidor de la máquina, para que puedan ser fácilmente vigilados y limpiados, como se ve en la figura 32.

El peso en carga es de nueve toneladas, tiene una fuerza de 22 caballos, necesita 400 kg. diarios de combustible y puede subir rampas de 2 por 100 con 30 vagones vacíos.

Las calderas son tubulares, los productos de la combustión van por tubos de latón, que siendo muy buen conductor del calor, hace subir rápidamente la presión en la caldera y se puede alimentar estando en marcha sin notarse gran variación en el manómetro, evitándose de esta manera los cambios bruscos de presión, tan frecuentes en las calderas de pequeña capacidad; ventajas que compensan el exceso de precio del latón sobre el hierro y acero, que muchas veces emplean para estos tubos.

Estas máquinas van provistas de un aparato inyector, que es digno de mencionarse por lo práctico, aunque no lo usan actualmente. Este aparato es una especie de Giffard, por el que la locomotora puede tomar agua para sus depósitos de un arroyo ó río que pase por las inmediaciones de la vía. Prueba que son de sólida construcción, haber estado trabajando una de ellas día y noche durante cinco años, sin haber sido necesario llevarla al taller.



La velocidad media de estas máquinas es de 15 km. por hora.

Cada tren lleva un maquinista, un fogonero, un conductor y un frenero, que ganan, respectivamente, 3'50, 1'25, 3 y 2 pesetas.

Los vagones son de chapa de acero de 4 mm.; la sección es un trapecio mixtilíneo, cuyo fondo es un arco de círculo tangente á los lados inclinados. En las caras anterior y posterior, y á 0,47 m. del fondo, hay una llanta provista de cuatro muñones; los dos centrales están más bajos que los otros, como puede verse en las figs. 33 y 34, encontrándose sostenido el vagón por los primeros, cuando está en la posición normal.

El bastidor se halla formado por cuatro hierros en canal de  $\frac{60 \times 145}{10}$ , consolidados por un travesero en la parte central y otros dos hierros en ángulo de  $\frac{65 \times 65}{6}$ , que van en la dirección de las diagonales y se unen con aquél por una placa de acero á la que están reblandados.

Estos bastidores tienen en la parte anterior y posterior una pieza

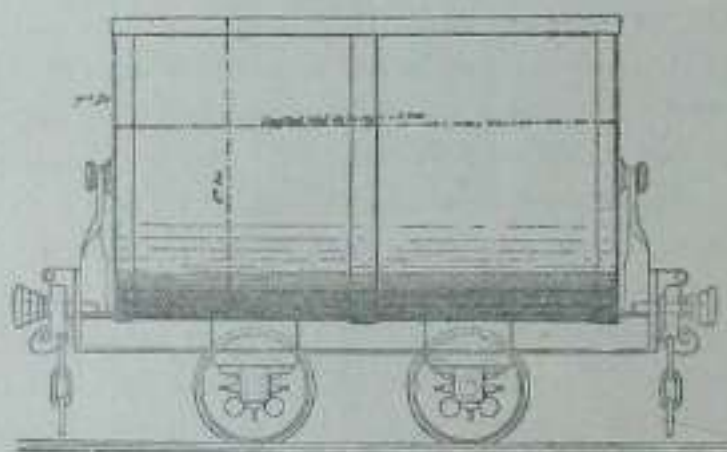


Fig. 33.

de hierro doblada, como se ve en las citadas figuras, con cuatro rebajos en el borde superior, donde vienen á alojarse los muñones de que está provista la caja. Cuando se quiere vaciar, dos hombres la ha-

cen girar alrededor de uno de los muñones centrales; otro de los situados á mayor altura viene á colocarse en el rebajo correspondiente y sirviendo ahora este muñón de eje de giro, concluye de volcarse, tomando la posición indicada de puntos. Una vez descargado, se le hace girar en sentido contrario y vuelve á tomar la posición normal.

Para mayor facilidad de estos giros, se ha procurado que el centro de gravedad de los vagones cargados esté poco más bajo que los

muñones centrales, con lo cual está asegurada también la estabilidad durante la marcha. Los vagones se hallan provistos de las cadenas y ganchos correspondientes para poder formar los trenes, y además, en la parte anterior y posterior tienen un resorte formado por una gruesa cinta de acero atrollada en espiral, para evitar el deterioro en los choques. El peso de los vagones vacíos es 600 kg.; el de los que tienen freno varía de 750 á 780; cuando están cargados es de 2.100 kg. y su precio 500 pesetas. También tienen vagones de madera que taran 800 kg., transportan 1.600 de carbón y cuestan 175 pesetas.

Para llevar los carbones desde las minas de *Turón* á los talleres, hay un ferrocarril de 2.516 m., con pendientes comprendidas entre 0,009 y 0,017 m., siendo 87 la diferencia de nivel entre los extremos de la vía, que es de 0,60. Los carriles del sistema Vignole son de 7 m. y pesan 18 kg. por metro; en la estación hay algunos que tienen la misma longitud y un peso de 12 kg. Las obras de arte consisten en dos puentes sobre el río *Turón*, de 13 y 10 m. de luz, otro de 8 sobre la carretera, tres alcantarillas y un paso abovedado.

El balasto cuesta 1,50 pesetas el metro cúbico; para cada 20 m. de vía se necesitan 7, y el kilómetro resultó á unas 36.000 pesetas.

Al final de esta línea, ya próxima á las minas, había una rampa tan inclinada, que obligaba á disminuir el número de vagones en los trenes, cuyo inconveniente salvó el distinguido ingeniero Sr. Aldecoa variando el trazado.

Siguió las inflexiones del río *Turón*, proyectó primero una curva de 68,06 m. de desarrollo, con un radio de 100 m. y un ángulo en el centro de  $39^{\circ}$ ; un trozo recto de 41,43 m., otra curva en sentido contrario de 13,64 de desarrollo, con un radio de 300 m. y un ángulo en el centro de  $176^{\circ}, 16'$ ; otro trozo recto de 37,63 m., otra curva en el mismo sentido que la anterior de 62,82 de desarrollo, 45 m. de radio y un ángulo en el centro de  $100^{\circ}$ , y, por último, otro trozo recto de 67,48 m., con una rampa de 0,0116 m.

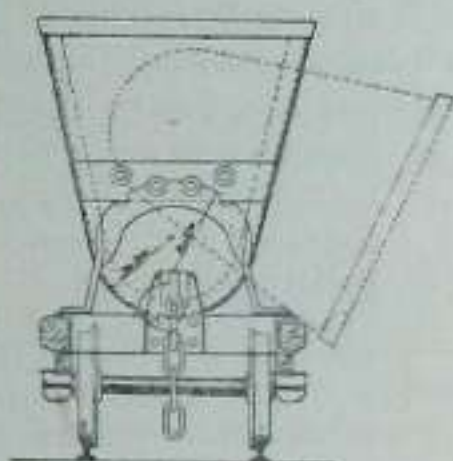


FIG. 34.

Con esta variación llegan los trenes sin dificultad alguna y sin disminuir el número de vagones al punto donde se hacen las maniobras, y vino á costar unas 22,000 pesetas el kilómetro de vía.

Los lavaderos de esta Sociedad están unidos al ferrocarril del Norte por otra de ancho normal con 3.515 m. de desarrollo. Tiene un puente metálico de 60 m. sobre el río Caudal, otro de 20 sobre el Turón y varios de 8 á 10 m. en diversos puntos de la línea. El radio mínimo de las curvas es 275 m. y la pendiente máxima de 0,015 m.

El servicio de tracción en la vía estrecha se hace por cinco locomotoras, dos destinadas al recorrido y las otras al de maniobras y transporte de escombros. Las primeras son de la casa Kraus, vacías, tienen un peso de 9 toneladas y 10 en marcha.

Diámetros de los cilindros.....	0,21 m.
Esfuerzo de tracción.....	1.170 kg.
Longitud de la máquina.....	4,15 m.
Diámetro de las ruedas (4 acopladas)...	0,680 m.
Superficie de caldeo del hogar y tubos. .	18 <sup>m</sup> ,36.
Presión en atmósferas.....	12
Recorrido en diez horas de trabajo.....	85 km.
Coste de la máquina.....	15.000 pesetas.

En trayecto horizontal pueden arrastrar 100 vagones vacíos, que tienen un peso de 340 á 360 kg. cada uno; necesitan diariamente media tonelada de combustible, dos litros de aceite, uno y medio de *natilla* y 10 gramos de sebo; transportan las dos al día unas 500 toneladas.

Las máquinas de maniobras pesan 3.000 kg. vacías y 3.500 en marcha; la velocidad normal es de 20 km. por hora y cuestan unas 7.000 pesetas.

Cada tren está servido por un maquinista que gana 4 y un fogonero con 2,50 pesetas.

Cuando los trenes llegan de las minas al taller de lavado, los operarios trasladan los vagones al basculador donde se descargan, cayendo el carbón al Raetter.

El personal empleado en estas operaciones es: dos hombres en el basculador y tres ó cuatro para traer los vagones, ponerlos en él, sacarlos y formar los trenes vacíos, ganando cada peón 2,50 pesetas.

El número de vagones descargados en el basculador en un día, oscila entre 900 y 1.200.

La tracción en las galerías y en la bocamina se hace por bueyes; los trenes se componen de 14 ó 15 vagones vacíos, cuyo peso viene á ser de unos 4.900 kg.

El buey cuesta de 300 á 400 pesetas, y su manutención unas 2,50 pesetas diarias.

Las cajas de los vagones de las minas de *Turón* son de chapa de 0,004 m., que descansan en largos manguitos, dentro de los cuales giran los ejes que se fijan á las ruedas; estos manguitos están provistos de un agujero por donde se echa la grasa y se tapa con un tornillo. Pesan 330 kg. y llevan una carga de 600; están contruidos en Gijón, costando las cajas á 120 pesetas y los ejes y las ruedas á 90 los 100 kg.

Los vagones que se usan para escombros pueden bascular; tienen 910 litros de capacidad y están provistos de cajas de grasa, que se llenan con una mezcla de aceite de nafta y sebo, variando las proporciones según la estación; en verano se aumenta la cantidad de sebo y se disminuye la de nafta. Ésta cuesta en Gijón á 100 pesetas los 100 kg. y los vagones puestos en las minas á 500 pesetas.

El servicio en la vía ancha se hace por locomotoras de la Sociedad, que pesan 25 toneladas; los trenes se forman con 15 vagones de la línea del Norte y recorren este trayecto en cinco minutos, habiendo empleado alguna vez solamente tres.

Para este servicio hay dos maquinistas y tres fogoneros, que ganan 4 y 2,75 pesetas, respectivamente.

En *Mieres* hay un ferrocarril que, partiendo de la fábrica, va al plano inclinado de la mina *Mariana*, tiene 3.993 m., la explanación entre cunetas es de 3 m., ancho de la vía 0,75, la pendiente máxima 0,0098, las traviesas colocadas á 0,80 m. son de 1,40  $\times$  0,15  $\times$  0,12 m., los carriles del sistema Vignole, con un peso de 20 kg. por metro. Las obras de arte son, un puente de 6,20 m., otro de 8, otro de 12 y otro de 4, habiendo resultado el coste kilométrico á 6.700 pesetas, comprendidos todos los gastos.

Un pequeño ferrocarril lleva los vagones del lavadero de dicha mina al plano citado.

Á los dos kilómetros de la primera vía, á contar de la fábrica,

parte la que va á los lavaderos de la *Baltasara*, tiene una longitud de 3.844 m.; explanación, ancho de la vía, traviesas y carriles como el de la *Mariana*; la rampa máxima es de 2 por 100; tiene 28 curvas, cuyo radio mínimo es de 50 m.; hay varios puentes y pontones que tienen 2, 3, 2'10, 3'80 m.; dos de 8, uno de 12 y otro de 13 m. Hay además dos túneles que tienen 4,30 m. de altura, 3 de ancho y una longitud de 55,70 m. el uno y 43,25 el otro, viniendo á costar esta vía unas 100.000 pesetas el kilómetro.

Este trazado es bastante costoso y presentó algunas dificultades al Sr. Ibrán, por tener que adaptarlo á un valle muy estrecho y sinuoso; en el fondo hay un río, y las faldas de las montañas tienen una pendiente muy pronunciada. Se ha visto precisado á cruzarlo más allá de donde deseaba, adoptando una curva que es casi una circunferencia, y perforando después un túnel que presentó grandes dificultades por los desprendimientos de tierras que se iniciaron.

La tracción se hace por locomotoras que tienen dos ejes acoplados, una de Falcón y las otras dos del mismo tipo, pero construidas en la fábrica de *Mieres*; la potencia es de 2.548 kg.; su peso 13.750 vacía, en marcha 16.250; consumen al día 600 kg. de combustible cada una, que vale 8,40 pesetas, y 2,50 litros de aceite, que cuestan 2,50.

Por la vía que va al pie del plano inclinado de la *Mariana*, pueden arrastrar 112 toneladas; pero, generalmente, se forman los trenes de 34 vagones, y para la *Baltasara* de 24.

Los maquinistas ganan 3,50 pesetas y el fogonero 2,75.

La tonelada kilométrica cuesta:

	<u>Pesetas.</u>
Tracción.....	0,016
Movimiento.....	0,009
Reparación del material móvil.....	0,004
Conservación de la vía.....	0,010
TOTAL.....	<u>0,039</u>

El precio de cada locomotora es 24.000 pesetas.

Para el transporte del carbón desde el tercer piso de la *Baltasara* á la cabeza del plano inclinado, nuestro compañero, el distinguido ingeniero Sr. Jiménez, ha construido una vía que ha resultado su-





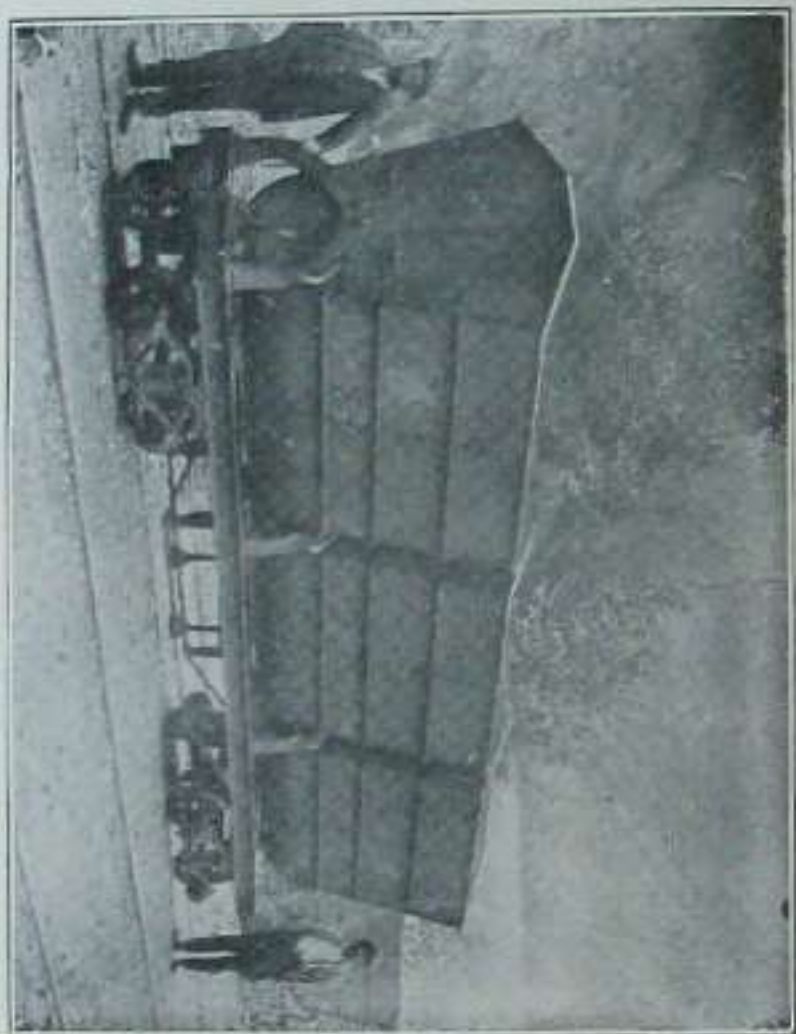


FIGURE 35.

mamente barata (á 11 pesetas metro). La tracción se hace por un mulo, que lleva trenes compuestos generalmente de nueve vagones, pueden formarse de 10, 12 y hasta 14, pesando cada uno de éstos 1.100 kg. La distancia media de transporte es de 800 m., y en las doce horas de trabajo, contando en este tiempo los descansos para el almuerzo y comida, la caballería hace de 11 á 13 viajes, arrastrando unos 100 vagones.

El mulo, que valdrá unas 100 pesetas, ocasiona un gasto diario de 2,50 á 2,75 por la manutención, herraje, arreos, etc., abonando al dueño nueve céntimos por vagón transportado á 800 m. y un céntimo más por cada 200 de aumento en el recorrido, sin que la Sociedad tenga obligación de indemnizarle en caso de accidente.

El jornal del conductor es 3 pesetas.

Los vagones construídos en esta fábrica para el servicio de sus minas llevan 12, 4, 3 y 2  $\frac{1}{2}$  toneladas de peso útil.

Los primeros constan de tres cajas, cuya capacidad es de 4 toneladas cada una y están colocadas de tal manera, que pueda volcarse ó cargarse una cualquiera independientemente de las otras dos, como se ve en las figs. 35 y 36.

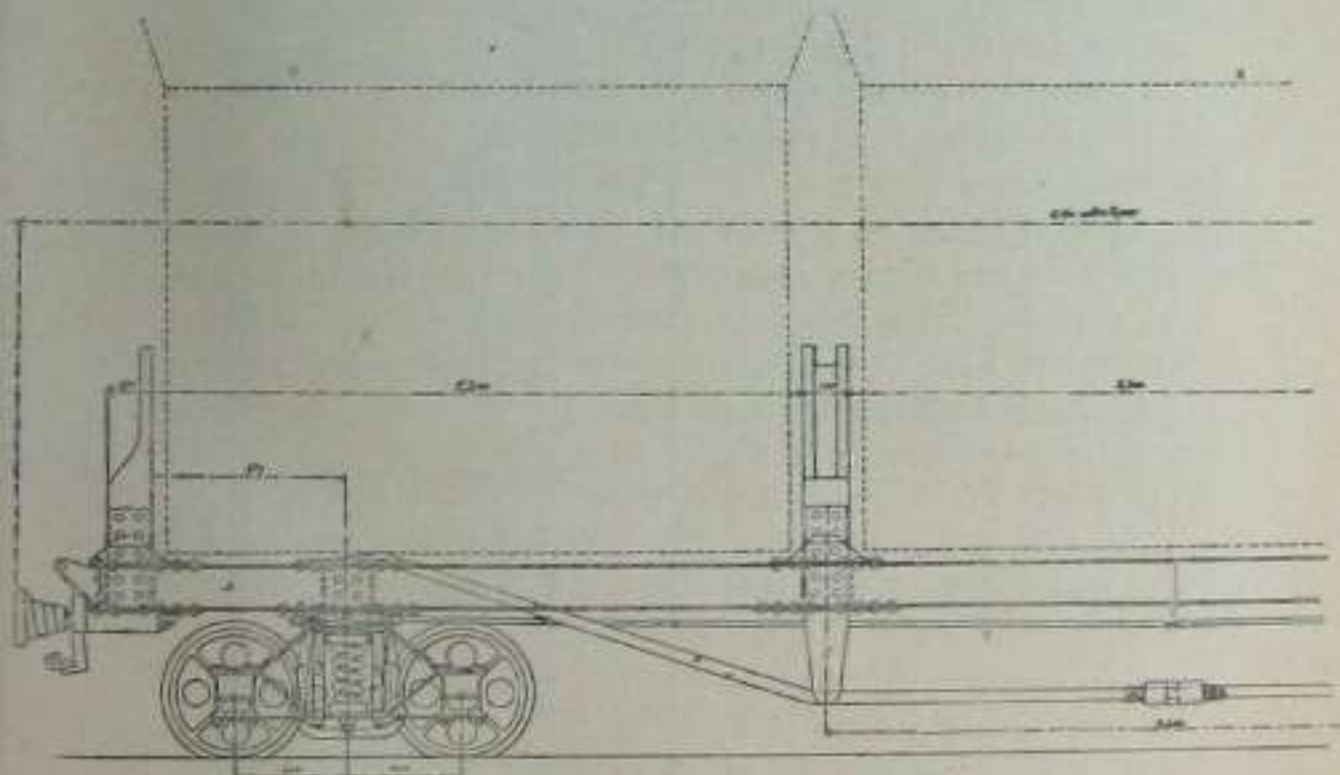


FIGURA 36.

Tienen la forma de las usadas en *Ujo* y se descargan como hemos dicho al hablar de éstas.

Los hierros que sostienen las cajas están roblonados á los largueros de un bastidor (figs. 36 y 37), montado sobre las plataformas, que distan 5,840 m. Estas plataformas ó trucks se hallan formadas por dos ejes y cuatro ruedas; los primeros están unidos por pequeñas vigas armadas, enlazadas transversalmente por otros hierros en *U* colocados sobre resortes; en aquéllos se apoya el bastidor, cuyos largueros *A* están formados por un fuerte hierro en *U*, y otros dos cilíndricos *B* roblonados al anterior en los puntos donde se apoya en la plataforma; los otros extremos están fileteados en sentido contrario y se unen por una tuerca.

Entre el hierro en *U* y los cilíndricos hay otros verticales *C* roblonados á ellos, que transmiten á los últimos una parte de la presión sufrida por el primero. Estos largueros están unidos también por hierros en *U*, formando los traveseros *D*, entre los cuales hay otros en ángulo, doblemente acodados *E*, como se ve en la planta que, roblonados por su parte media, hacen el oficio de cruces de San An-

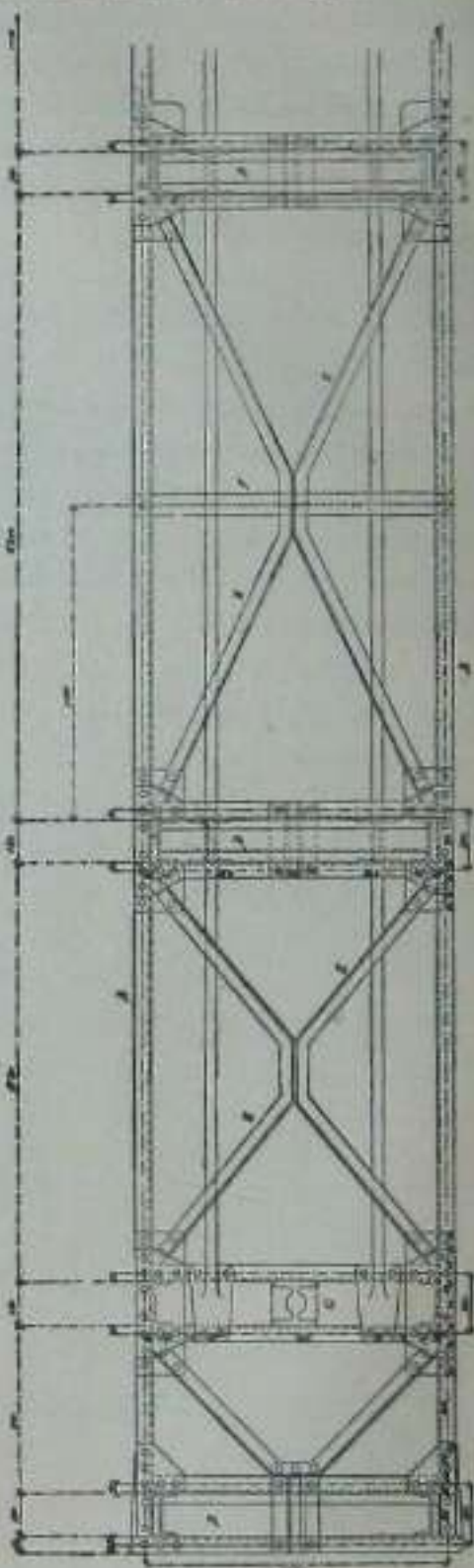


FIGURA 37.

drés. Hay tres traveseros *F* de menor sección, distantes 950 mm. de los anteriores, que corresponden á dichas roblonaduras.

A 610 mm. de los traveseros extremos hay otros dos *G*, que se apoyan en los de las plataformas; están provistos de un orificio en su parte media, para el paso de las clavijas que unen el bastidor á dichas plataformas, pudiendo girar éstas y pasar el vagón por curvas de muy pequeño radio.

Los vagones están provistos de freno; tienen un tope central delante y otro detrás, formados por una cinta de acero arrollada en espiral: se construyen en la fábrica de Mieres, cuestan los de 12 toneladas, 2.500 pesetas; los de 4, 3 y 2  $\frac{1}{2}$  toneladas, 1.000 y duran dos años.

Los primeros taran 4.731 kg. y los terceros 1.700.

Esta fábrica está unida á la vía del Norte por otra que tiene su ancho para utilizar el material de la primera en el transporte de los productos de la fábrica ó del carbón de sus minas.

Cuando es este último, se transborda de los vagones de la fábrica á los del Norte, para lo cual el distinguido ingeniero Sr. Ibrán ha ideado un medio sencillo y económico, que consiste en colocar dos vías á diferente nivel (fig. 38), la inferior para el material del Norte

y la superior para el de la fábrica; entre las dos hay unos tablones inclinados que podemos considerar divididos en tres partes; la central *a b* es fija y las *a d* y *b c* móviles, unidas á la primera por

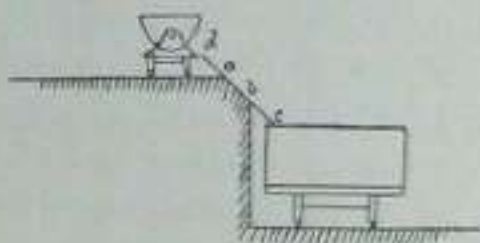


FIG. 38.

medio de bisagras. Cuando se quiere hacer el transbordo, se pone un tren de carbón en la vía superior y el vacío en la otra, de modo que la *a d* vendrá á apoyarse en el bastidor del vagón y la *b c* en el borde del inferior; se vuelca el primero y cae el carbón al segundo.

Como no bastará con una caja para llenar éste, se hace girar otra vez la parte *a d*, avanza el vagón hasta encontrarse en la posición conveniente, se coloca otra vez la pieza *a d* en la primera posición que hemos dicho y se vuelca otra caja. Lleno el inferior, se hace girar *b c* hasta colocarse sobre *a b* y se retira para reemplazarlo por otro.

Con este procedimiento resulta á unas 0,03 pesetas el precio de la tonelada transbordada.

Próximas á la *Baltasara* están las minas de *D. Manuel Fernández*, que lleva sus carbones á Mieres por una vía de 0,60 m. con un desarrollo de 5 km., terminando en un plano inclinado, cuyo pie está entre las casas de la población.

La tracción se hace por dos locomotoras, una de seis caballos y otra de ocho; la primera arrastra trenes de 10 vagones, procede de la casa Kraus y costó unas 11.000 pesetas; la segunda fué adquirida en la misma fábrica que la del Sr. Iglesias, gasta el mismo combustible, engrase, etc. Con buen tiempo se pueden hacer diez viajes al día.

Los vagones son de madera, tienen la forma de un tronco de pirámide, como los usados por el Sr. Iglesias, pesan 250 kg., transportan 1.200 de menudo y cuestan unas 125 pesetas.

*La Felguera*.—En todas las fábricas hay generalmente dos vías, como hemos dicho en lo que precede, una estrecha para el servicio interior y otra del mismo ancho que la del ferrocarril general, que pasa por sus inmediaciones; pero en *La Felguera* hay tres, una de 0,65 m., otra de 1,67 y la última de 1,45 para el servicio del ferrocarril de Langreo. Los carriles de la primera son de acero Siemens, con un peso de 16 kg. por metro, los de la segunda de acero Bessemer y los de la tercera, unos son de hierro y otros de acero, con

un peso de 35 kg. por metro como los anteriores; la longitud varia de 6 á 12 m. para las tres vías, y las curvas tienen un radio mínimo de 50.

En esta fábrica hay algunos cambios y cruzamientos que no hemos visto en otra parte, y como merecen citarse, los exponemos á continuación:

La fig. 39 representa la entrada de la vía de 0,65 m. en



Fig. 39.



Fig. 40.

la del Norte, para marchar las dos en la misma dirección sólo con tres carriles; tiene el corazón y las patas de liebre convenientemente colocadas para evitar descarrilamientos.

Si se quiere que el tren formado con material de la vía de 0,65 salga de la normal, marchando como indica la flecha, el contracarril *a* obliga al reborde de la rueda correspondiente á marchar por la curva y la otra tomará la aguja, abandonando el carril de la vía ancha, sin necesidad de moverla, pues de otro modo se necesitaría pagar un jornal.

La fig. 40 representa un cambio de vía normal y cruzamiento de vía estrecha, que se comprende fácilmente sin necesidad de explicación. En el punto *a* hay una placa de acero fundido, á la que se atornillan los dos carriles, uno de la vía estrecha y el otro de la normal.

La fig. 41 representa el cruzamiento de las vías del Norte y Langreo á la de 0,65 m. Entre los carriles *B C* colocaron los tres trozos de carril *a*, para que apoyándose en ellos pasasen las ruedas del de vía estrecha de *b* á *c*, ó al contrario. De este modo se evitaron colocar en dichos puntos trozos menores de 0,22 m., que es la distancia entre *B* y *C*, puesto que ha de quedar espacio para el paso de los rebordes de las ruedas que marchan por el primero.

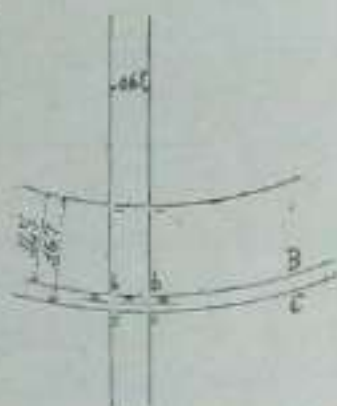


FIG. 41.

Por las figuras citadas hemos visto que en algunos sitios de la fábrica hay dos vías de distinto ancho con tres carriles; pero en otros las tres tienen la misma dirección, y en este caso con cuatro carriles se tienen la de 1,67, la de 1,45 y la de 0,65 metros; claro está, que un carril ha de ser común á las tres.

—La fig. 42 representa el cambio de vía que hay poco después de entrar en la fábrica; se hace, como de ordinario, por medio de una palanca que mueve la barra *cb* en el sentido de su longitud, á la que están invariablemente unidas las agujas *abc*. Suponiendo del otro lado de éstas un tren formado con material del Norte ó de Langreo, que ha de seguir la dirección rectilínea, se hace girar á

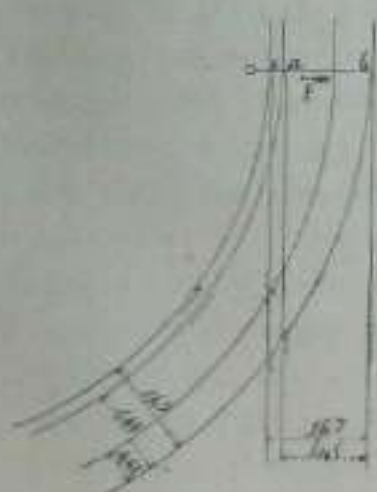


FIG. 42.

la palanca de tal manera, que la barra *c b* se mueva en el sentido indicado por la flecha *f*, al aguja *b* se separará del carril, las *a* y *c* se pondrán en contacto de los inmediatos y el tren marchará por la vía que se desea. Si se quiere un cambio, se hace girar la palanca en sentido contrario, la aguja *b* se pone en contacto del carril correspondiente, las *a* y *c* se separan, y en esta posición cambia de vía cualquiera de los tres trenes que circulan por los cuatro carriles. En los cruzamientos que forzosamente ha de haber, se han puesto los corazones y contracarriles en los puntos convenientes.

En otro lugar de la fábrica donde se tienen tres vías con cuatro carriles, había necesidad de cambiar la dirección de la de 0,65 m.

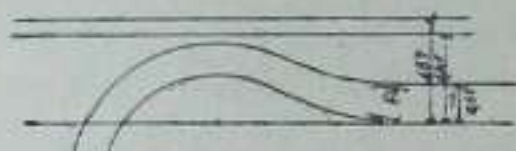


Fig. 43.

Para esto el distinguido ingeniero Sr. Fábrega ideó la disposición representada en la fig. 43 poniendo dos contracarriles; el *a* obliga a una

rueda a tomar la curva del carril y a la otra la aguja; después la vía estrecha, que ya tiene sus carriles, cruza el que era común a las tres, como indica la figura y sigue independientemente de las otras dos. Esta disposición evita el jornal de un hombre, que sería necesario, si se hubiera adoptado la disposición ordinaria, sin aumentar la seguridad, pues pasando trenes con suma frecuencia por dicho punto, todavía no ha tenido lugar el primer descarrilamiento.

La *Felguera* necesita estas tres vías para llevar vagones del Norte, de Langreo y para el servicio interior. Los trenes de cualquiera de las dos primeras líneas son arrastrados por una sola máquina de vía ancha, que tiene cuatro topes en la parte anterior y otros cuatro en la posterior; dos de delante y dos de detrás corresponden a la altura de los que tienen los vagones del Norte y los otros a los de Langreo.

Cuando arrastra un tren de la primera línea, máquina y vagones van por la misma vía; pero si éstos son de Langreo, la máquina va por la de 1,67 m. y los vagones por la de 1,45, lo que hace comprender el cuidado indispensable en la disposición de las vías, cambios y cruzamientos.

Dicha máquina pesa 22.500 kg. vacía, 24.000 en marcha y tiene una potencia de 3.320 kg.

La locomotora para la vía de 0,65 m. pesa 7 toneladas vacía y 9

en marcha; su potencia es de 22 caballos, consume de 300 á 400 kilogramos diarios de carbón, que valen de 3 á 4 pesetas; gasta 3 días en el engrase y costó 20.000 con algunas piezas de repuesto.

Los vagones son de chapa, pesan de 900 á 1.000 kg, y llevan dos toneladas de carbón. Hay otros más pequeños, de unos 800 kg.; transportan 1.200 y cuestan 65 pesetas los 100 kg.

Á corta distancia de *La Felguera* hay unos notables talleres pertenecientes á la Sociedad *Compañía de Asturias*, donde se construyen, además de vías, etc., vagones para el servicio minero, como el de las figs. 44 y 45, de cuya construcción posee el privilegio. La caja de estos vagones es de chapa y tiene la forma representada en la fig. 44.

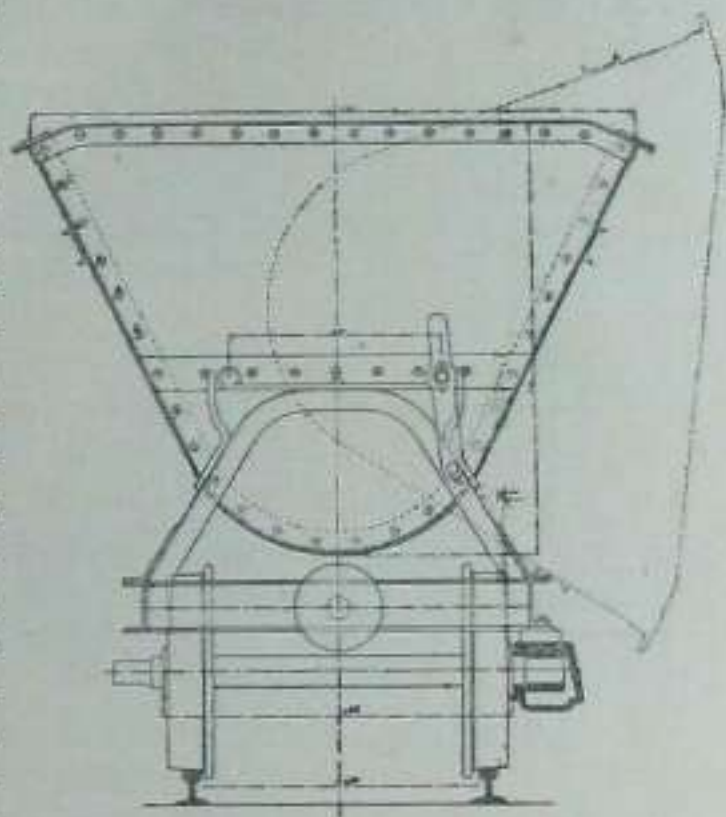


FIG. 44.

En las caras anterior y posterior, y un poco más alto que el centro de gravedad, hay un hierro en ángulo que está roblonado á la caja por una de las ramas y la otra se apoya en otro en *U*, que sostiene dicha caja y está doblado como se ve en las figuras; no tiene curvatura alguna en la parte superior, sus extremos están fijos al bastidor, construido por hierros de igual forma.

Para volcarlos se les empuja por un lado, se verifica primero un movimiento de rodadura del hierro en ángulo sobre el encorvado, después un resbalamiento y queda sujeta la caja por colocarse el primero de dichos hierros entre el segundo y otro que está roblonado á éste, como se ve en la fig. 44, donde aparece de puntos el vagón volcado. Para evitar el deterioro de las paredes laterales, tienen éstas un hierro en *U*, que sufre el golpe con el bastidor.



Estos vagones son muy útiles y estables; los emplean la *Unión Hullera y Metalúrgica de Asturias*, *Sociedad de Santa Ana*, la fábrica de *La Felguera*, etc.; se construyen de 500, 1.000, 1.500, 2.000 y hasta de 10 a 12.000 litros. El que representa el dibujo es para una carga máxima útil de cinco toneladas; los que llevan solamente dos, pesan de 1.000 a 1.100 kg. cuando no tienen freno; con él, 1.200.

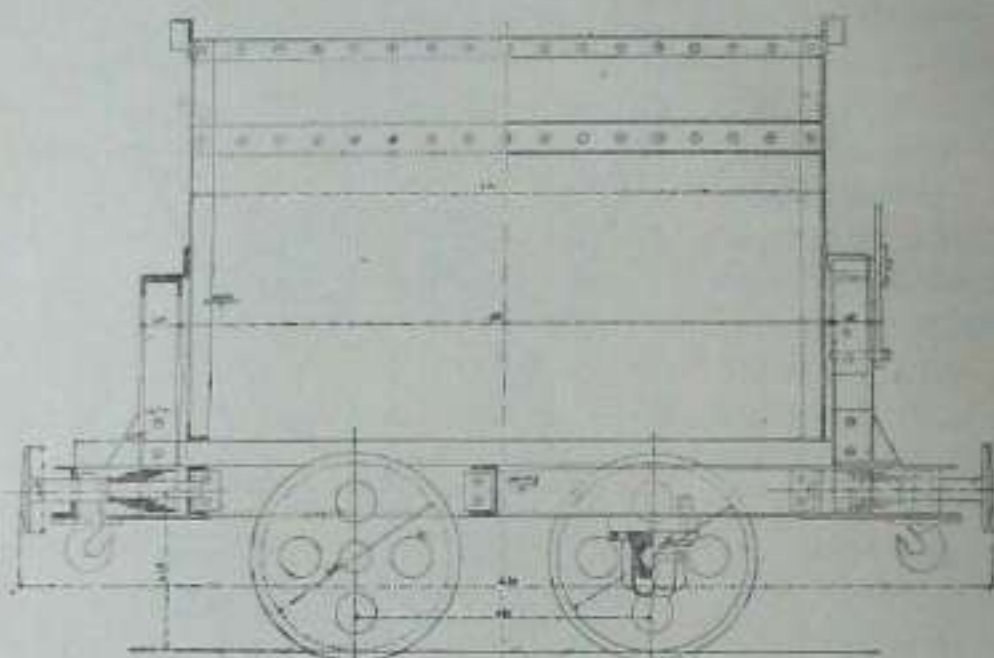


FIGURA 45.

El precio de dichos vagones varía con la capacidad y las condiciones del pedido, así que los de  $\frac{1}{2}$ , 1, 1 y  $\frac{1}{4}$  y 2 toneladas, provistos de muelles, topes, etc., cuestan á 0,65 pesetas kg, y los de mayor capacidad, á 1,25 por término medio.

El precio de los cambios y cruzamientos construidos por esta Compañía varía según la longitud, vía estrecha ó normal, etc.; el precio del corazón y agujas de acero oscila entre 600 y 1.400 pesetas, los cojinetes de arrabio sencillos á 3 pesetas, con bronce á 9, y las cajas de grasa con almohadillas á 13 pesetas.

Esta Compañía explota una vía estrecha de 0,65 m., colocada dentro de la normal del Norte, con intervención de ésta y pagándola un peaje estipulado, por ser propietaria de las dos. Creemos que éste es el único punto de España, donde hay dos vías sobre las mis-

mas traviesas y colocadas una dentro de la otra, por lo que es necesario hacer el servicio combinado para evitar accidentes. La vía estrecha se extiende desde la estación de *Ciaño, Santa Ana*, hasta la de *Peña Rubia*, en la línea de Soto de Rey, con enlaces en dichas estaciones, á las de *Sama, La Felguera*, á las vías de varias empresas mineras y con la fábrica de los Sres. Duro y Compañía.

En la fig. 46 se ve una desviación de la vía estrecha, que por la claridad del dibujo nos creemos dispensados de describir.

Para el servicio de la fábrica tienen unas locomotoras, cuyo peso es de 8.500 kg. vacías y 10.000 en marcha; su potencia es de 10 á 12 caballos, arrastran hasta 60 toneladas de peso bruto en una pendiente de  $1 \frac{1}{2}$  por 100, consumen 500 kg. de carbón y cuestan de 15 á 16.000 pesetas.

Los lavaderos de *María Luisa* están unidos á los cargaderos por una vía de 0,65 m., los carriles son de 15 kg. por metro y la pendiente máxima de 1 por 100.

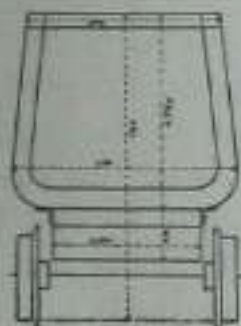


FIG. 47.

La tracción se hace por locomotoras de la fábrica Cuillet, que pesan 3 toneladas vacías y 4 en marcha, arrastran en horizontal 20 vagones, ó sea unas 30 toneladas como máximo, consumen unos 200 kg. de carbón en diez horas de servicio, para su engrase gastan 40 pesetas en veinticinco días y costaron unas 12.000 puestas en la vía.

Los vagones tienen la forma representada en la fig. 47; el basti-

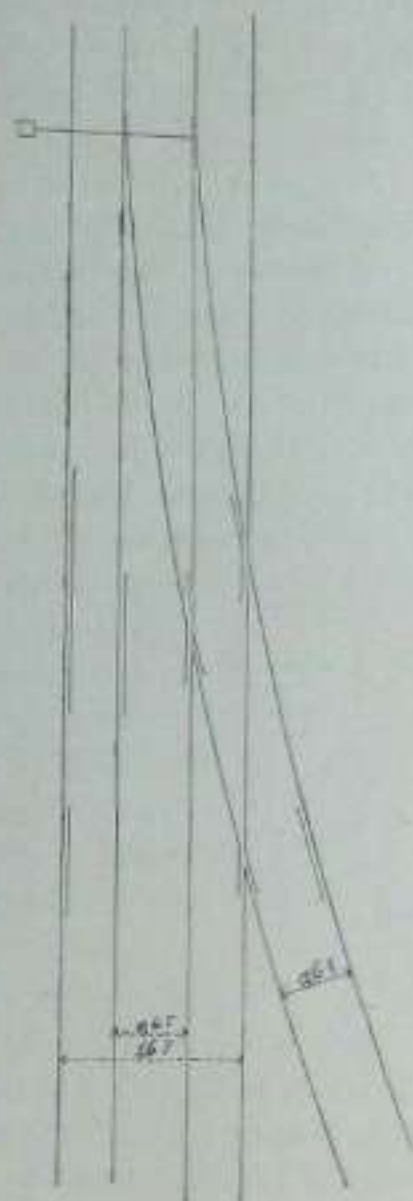


FIG. 46.

dor, fondo y ángulos son de chapa y las paredes de tablonos reforzados con cantoneras de hierro, su peso es de 400 kg.; transportan una tonelada y vienen á costar unas 200 pesetas. Las ruedas son de acero, tienen 40 cm. de diámetro y se pagan á 67 pesetas los 100 kg. Las cajas de grasa proceden de los talleres de la Compañía de Asturias.

*Reocín.*—Para elevar los minerales á una altura de 10 m. hay un ascensor compuesto de cuatro entramados verticales de hierro, formando un prisma rectangular recto, dividido en dos compartimientos por otro entramado vertical paralelo á los laterales; en el fondo de uno de ellos hay un cilindro de vapor con su émbolo correspondiente, de 5 m. de corrida, el vástago está unido á una polea convenientemente guiada en su movimiento rectilíneo alternativo; en el otro compartimiento hay una jaula donde se colocan los vagones y en la parte superior del entramado central, una polea. Un



FIG. 48.

cable de acero está unido por uno de sus extremos á la jaula, pasa sobre la polea central, después por la parte inferior de la que está unida al vástago del émbolo, y por último, se fija el otro extremo al entramado.

En el esquema (fig. 48), *a* y *b* representan los montantes de dos entramados opuestos, *c* el del intermedio paralelo á ellos, *A* la polea colocada en éste, *B* la polea unida al vástago del émbolo, *f g h* el cable, *k* la jaula, *C* el cilindro, *p* el émbolo y *l* el vástago.

Para ver cómo funciona, supondremos al émbolo en la parte inferior de su corrida y la jaula en la superior, sostenida por unas uñas situadas en dos ejes paralelos. Se coloca en ella un vagón vacío; el obrero, moviendo una palanca, hace girar los ejes que llevan las uñas, éstas dejan de sostenerla y descendiéndola á la vez que eleva al émbolo por el intermedio del cable, llegando aquél y la polea móvil unida con el vástago al final de sus corridas respectivas, al mismo tiempo que la jaula á la parte inferior. Se hace en ésta el cambio del vagón vacío por el lleno, el obrero mueve otra palanca, llega el vapor al cilindro por encima del émbolo, éste descende y con él la polea móvil, que poniendo en movimiento al cable, obliga á subir á la jaula con una velocidad doble que la del émbolo, en virtud de la disposición adoptada; así que, mientras éste recorre 5

metros, la jaula se eleva á los 10 que hay de desnivel. Una vez ésta en la parte superior, el obrero mueve en sentido contrario á como lo ha hecho antes, la palanca de los ejes que llevan las uñas, vuelven á sostener la jaula, se hace el cambio de vagones y está en disposición de volver á bajar.

El aparato lleva además un freno para disminuir la velocidad en el descenso.

El amplio campo de explotación en las minas de *Reocón* está provisto de vías, por donde marchan los vagones que transportan el mineral; éstos y los que han sido elevados por el ascensor, se reúnen en los puntos convenientes para formar trenes, que son conducidos á los lavaderos por un ferrocarril de doble vía de 0,55 m. entre carriles y 0,87 m. de entre vía. Éstos tienen una longitud de 7 m. con un peso de 13 kg. por unidad; la explanación es de 4 m. dejando 0,50 para cada cuneta. Las locomotoras son de la fábrica Cuiilet, pesan cuatro toneladas en marcha y tienen una potencia de seis caballos.

Otro ferrocarril sirve para llevar el mineral calcinado desde las inmediaciones de los hornos al cargadero de *Inogedo*, situado en la ría de Suances. Esta vía tiene una longitud de 8.943 m., 4.419 en curva, cuyo radio mínimo es de 200 m.; su anchura un metro; los carriles, del sistema Vignole, son de 7 m. con un peso de 18 kg. por unidad; la pendiente máxima es de 1 por 100 y el ancho de la explanación 3 m.

La única obra de importancia que hay en esta vía es un bonito y sencillo puente de hierro, con un solo tramo de 33 m. sobre el río Saja. El mineral calcinado y separado del hierro lo llevan al depósito, donde hay un pequeño hoyo, lo coge una noria, lo eleva á una tolva y cae por dos compuertas á los vagones, para formar los trenes, que son conducidos al cargadero por locomotoras de diez caballos, pesan 6 toneladas y consumen media de hulla al día.

Las placas giratorias usadas en *Reocón* (fig. 49) consisten en un anillo con dos nervios, según diámetros perpendiculares, y en el punto de intersección está el pivote. Se cubre esta parte con un disco, también de arrabio, alojándose dicho pivote en la entalladura que tiene aquél en su centro. Colo-



FIG. 49.

cado el vagón sobre el disco, se le hace girar el ángulo conveniente, hasta quedar enfrente de la vía por donde ha de marchar.

Como ejemplo de sencillez y economía, podemos citar la placa giratoria que en algunas vías de estas minas usan los obreros. Consiste en una lámina cuadrada de hierro (fig. 50), á la que se han roblonado dos barras terminadas en aguja por uno de sus extremos, encorvadas por el otro y quedando entre ellas un espacio igual al ancho de la vía. Se fija en la parte central de dicha placa y en la cara inferior un pequeño trozo de hierro cilíndrico que sirve de muñón.

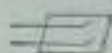


Fig. 50.

Con ésta y una rueda vieja (á veces rota por la llanta) se tiene una placa giratoria.

En el punto donde se necesite el cambio se pone la rueda entre la vía (fig. 51), en el cubo de ésta penetra el muñón de la placa, se colocan las barras sobre los carriles donde está el vagón, se empuja éste hasta colocarlo sobre la placa y la hacen girar alrededor del muñón, hasta que las barras vengán á colocarse sobre los carriles de aquella por donde ha de marchar.



Fig. 51.

Es cierto que en estas placas hay bastante rozamiento; pero se vence con facilidad por el poco peso de los vagones. Dichas placas presentan algunas ventajas, el cambio puede hacerse cualquiera que sea el ángulo de las vías, constrúyense y reparan fácilmente, las colocan donde y cuando se desee sin preparación alguna, é instaladas cuestan 20 pesetas. Tienen, sin embargo, el inconveniente de que es preciso quitar la placa cuando se terminan las maniobras para dejar libre la vía.

En estas minas hay talleres para reparaciones, tanto de carpintería como de ajuste, con máquinas de cepillar, taladrar, tornear, etc., un martillo-pilón, fraguas y, además, laboratorio, hospital y servicio sanitario.

Hay ocupados en los diferentes servicios unos 560 obreros, entre hombres, mujeres y muchachos.

Los vagones son de madera y de chapa; los primeros tienen la forma prismática y los segundos son cilindros de base elíptica; los ejes de éstos son fijos y las cajas de grasa tienen un orificio provisto de rosca que se tapa con un tornillo.

Mac-Lennan tiene otro ferrocarril minero dividido en dos secciones, la una desde las minas situadas en el pueblo de Obregón (Ayuntamiento de Villaescusa) á los lavaderos de *Solla*, y la otra desde este punto al muelle de embarque construido en el Astillero.

La primera tiene 4,220 m., el ancho entre carriles es 1 metro, la longitud de éstos 9, con un peso de 24 kg. por metro, y la pendiente es casi uniforme de 1 por 100 en el sentido de los trenes cargados. Lo transportado por esta sección son tierras arcillosas con nódulos de hierro, cuya riqueza viene á ser de 20 á 25 por 100, formándose trenes de 24 vagones con tres toneladas y media cada uno, oscilando entre 250 y 300,000 el transporte anual por esta vía.

La segunda sección tiene 4,433 m., está construída como la primera, formándose trenes de 16 vagones con mineral lavado, cuya riqueza viene á ser de 51 por 100.

Este ferrocarril sirve también á otras minas mediante un precio convenido, siendo de cuenta de los mineros los gastos de carga, descarga y embarque, habiéndose transportado por esta vía 80,000 toneladas desde 1.º de Enero á fines de Noviembre del año 1897.

Actualmente pertenece á la Sociedad *La Orconera*, de Bilbao, que ha tomado en arriendo las minas del Sr. Mac-Lennan.

*Vagones.*—Algunos hay de chapa, pero los más son de madera, formados de una caja prismática de tablonés, reforzada en las caras por hierros en escuadra y en los ángulos por piezas de palastro. Esta caja está sobre un fuerte bastidor de madera, al que se han fijado los cojinetes.

Los correspondientes al eje posterior tienen la forma de horquilla con agujeros en los brazos, por donde se pasa una clavija, y de este modo queda sujeto el eje al vagón; además hay otro bastidor de hierro que mantiene el paralelismo y la distancia de los ejes, principalmente en la descarga.

Algunos vagones tienen frenos de zapatas formados de una pieza de madera atravesada de abajo á arriba por un perno terminado en anilla (fig. 52); una palanca que gira alrededor de un eje fijo á la caja termina en un gancho, y el otro brazo pasa por entre dos piezas de hierro provistas de agujeros que se corresponden. Para hacerle funcionar se coge la anilla con el gancho de la palanca, el frenero se pone de pie sobre el brazo *b*, gira la palanca, se aprieta el freno, y para que no se afloje aunque se quite el obrero, se pasa una clavija por los agujeros de las piezas de hierro que hemos dicho, é impide el giro; pero los freneros generalmente no hacen

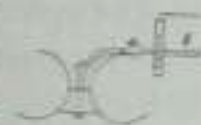


FIG. 52.

uso de ella, sino permanecen sobre dicho brazo mientras haya de actuar. Cada tren lleva un vagón con freno por lo menos.

La descarga en los lavaderos se verifica en un puente formado por vigas de hierro de doble T, á las que se fijan las traviesas y á éstas los carriles; los vagones llegan á esta parte de la vía, se desengancha la zapata del freno, se quita la clavija de los cojinetes del eje posterior, se ponen unos tacos de madera, revestidos de palastro, en el punto donde ha de verificarse la descarga, se hace adquirir al vagón una pequeña velocidad, tropieza en los tacos y, girando sobre el eje delantero, se inclina; un obrero levanta al mismo tiempo las aldabillas que sujetan la cara anterior, gira ésta, que va unida al bastidor por bisagras, y cae el mineral por entre las traviesas á un suelo inclinado, de donde es arrastrado á los trómeles por chorros de agua.

Para el servicio de los trenes que van de las minas á los lavaderos hay dos locomotoras con un truck ó plataforma en la parte anterior y además tres ejes acoplados; las ruedas correspondientes al primero de estos ejes son de llanta muy ancha y sin pestaña, por cuya disposición pueden pasar por curvas de pequeño radio. El peso en marcha es de 28 toneladas.

Las máquinas que hacen el recorrido entre los lavaderos y el embarcadero son dos, con un peso cada una de unas 24 toneladas; además hay otras dos pequeñas de 12 en las labores de las minas, para las maniobras de composición y descomposición de trenes y llevar los vagones vacíos á los tajos.

La *Compañía minera de Setares* posee un ferrocarril, para el transporte del mineral desde las minas á la cabeza del plano inclinado últimamente descrito al hablar de los que tiene esta Sociedad. Dicho ferrocarril es de 2.500 m. con una pendiente media de 1 por 100; la distancia entre carriles es 0,75 m., el peso de éstos 15 kg. por metro y los trenes se forman con 44 vagones, que transportan 110 toneladas.

El material móvil consta de siete locomotoras y 462 vagones de dos y media toneladas.

Hay también un ramal que va al plano inclinado de los lavaderos.

*Orconera.*—Este ferrocarril parte de los cargaderos de la Sociedad y va subiendo por la falda de la montaña hasta ganar los 200

metros á que está Gallarta sobre el nivel de la ría. El trazado y construcción es difícil por lo accidentado del terreno; los muros de sostenimiento, algunos de gran altura, las tajeas, los túneles y el gran número de curvas, pues sólo el 47 por 100 de la línea está en recta, hacen interesante su estudio.

La pendiente media es de 2,27 por 100, tiene doble vía de un metro, el radio mínimo 120, los carriles de acero de 28 kg. por metro, los trenes se componen de 20 á 27 vagones, llevando siete toneladas de peso útil cada uno, y marchan con una velocidad de 20 kilómetros por hora.

La estación principal es la de la *Orconera* (que está á 9 km. de Luchana), donde terminan algunos planos inclinados y se hallan instalados los hornos de calcinación; después sigue la vía 3 km. hasta Gallarta, donde se forman los trenes del mineral procedente de otras minas.

Dicha Sociedad posee mucho material móvil, habiendo transportado en la primera mitad de 1896 la suma de 698.931 toneladas.

Los vagones son de madera y se descargan por el fondo ó por un lado.

Uno de los ferrocarriles de mayor importancia es el de Triano, construido por la Diputación Provincial, con objeto de transportar viajeros y el mineral depositado en diferentes puntos de la vía.

Este ferrocarril es de 1,67 m., los carriles son de acero con un peso de 32,50 kg. por metro, y el radio mínimo de las curvas de 150 m. Los trenes se componen de 30 á 40 vagones, que llevan siete toneladas cada uno, con una velocidad de 22 km. por hora, habiendo transportado 848.954 en la primera mitad de 1896.

La *Sociedad Franco-Belga* tiene otro ferrocarril de 7 km. para transportar los minerales á sus cargaderos de la ría de Bilbao; marcha por una llanura, pues la diferencia de nivel de los extremos es 28 m., por cuya razón la construcción ha sido bastante económica, si se compara con otros destinados al mismo objeto. Es de una sola vía de 1 m., con carriles de acero de 25 kg. por metro, el radio mínimo 130.

Las obras de arte son un puente de 40 m., un pequeño viaducto y un túnel en curva de 130.

Los trenes se forman con 30 vagones que llevan siete toneladas y media cada uno, haciéndose algunos días 17, que transportan



3,825 toneladas; pero como la Sociedad sólo necesita 350.000 al año, este ferrocarril sirve también á otras minas. El mineral transportado durante el año 1896 pasó de 700.000 toneladas.

Arrastran estos trenes locomotoras de 25 toneladas, teniendo otras de 15 para las maniobras, en total, seis máquinas y 250 vagones.

El personal empleado en cada tren es un maquinista, un fogonero y tres freneros; para la vía hay 18 hombres, pero 8 de ellos se ocupan también en la carga y descarga.

Esta Sociedad y la *Orconera* llaman la atención por el buen estado en que tienen sus vías; la conservación se lleva con tal esmero, que no se descuida el más ligero detalle, lo que se traduce en economía de material móvil.

El coste de esta línea, con expropiación, vía y material fué de 2.132.000 pesetas.

El ferrocarril minero de mayor longitud es el que une la estación de Galdames con la de Sestao, distantes entre sí 22.000 m.; el desnivel de dichas estaciones es de 111, siendo la pendiente máxima de 2,40 por 100 en la cuesta de Santa Juliana, pues desde la estación de Sestao á la cumbre de dicha cuesta, distante 4.500 m., gana casi todo el desnivel. La anchura de la vía es 1,20 m.; el peso de los carriles 28 kg. por metro; el 55 por 100 de la vía está en curva, con un radio mínimo de 80 m., y como éste es pequeño para la velocidad é importancia de los trenes, el peralte llega en algunas á 0,13. Cada tren lleva 32 vagones á lo sumo, que vacíos pesan de tres y media á cuatro toneladas cada uno, transportándose unas 400 de mineral por viaje; la velocidad de los trenes es de 18 km. por hora, y resulta el precio de transporte á unas 0,18 pesetas la tonelada kilométrica.

Para el servicio tienen 12 locomotoras, siete grandes de 33 toneladas con cinco ejes, que son las que hacen el recorrido para el transporte de minerales, y cinco pequeñas de 18 para las maniobras y transporte del mineral á los cargaderos.

El máximo de toneladas transportadas por esta línea en un día ha sido de 5.375.

# CADENAS Y CABLE FLOTANTES

---

La cadena flotante, *The San Salvador Spanish iron ore Company limited*, principia en la *Mies de Cabarceno* (Santander), situada en la falda Sur de la sierra de *Cabarga* y termina en la proximidad del puente de *San Salvador*, donde están instalados los lavaderos.

Consta de las siguientes secciones:

<i>A</i> longitud. . . . .	840 m.
<i>B</i> . . . . .	273 "
<i>C</i> . . . . .	398 "
<i>D</i> . . . . .	824 "
<i>E</i> . . . . .	448 "
<i>F</i> . . . . .	490 "
TOTAL . . . . .	<u>3.273 "</u>

Es automotora en las secciones situadas en la vertiente Norte de *Cabarga*, y movida por una máquina de 20 caballos en las secciones *A* y *B* de la falda Sur hasta la cumbre, variando las pendientes de 15 a 25 por 100. El punto de partida de la cadena está a 148 m. sobre el nivel del mar, pasa por la sierra de *Cabarga* a 350 y termina en los lavaderos, que están a 9 m. sobre la ría. La velocidad de los vagones es de uno y medio por segundo, llevan 500 kg., se colocan a una distancia de 20 m., y el transporte diario viene a ser de 900 vagones, pudiendo aumentarse en caso necesario. El diámetro de los eslabones varía de 20 a 25 mm.

En todos los ángulos hay frenos, y además, en tres de ellos reguladores de paletas, que se mueven en el aire para aumentar la resistencia.

Lo transportado son tierras ferríferas, cuya ley es del 25 al 30

por 100, que después de lavadas, oscila del 56 al 58, pudiéndose calcular la producción de las minas de esta Sociedad en unas 36,000 toneladas anuales.

*Dicido*.—Entre Setares y Castro-Urdiales se halla *Dicido*, en cuya proximidad se explotan algunas minas, siendo la *Anita* la principal, de donde se llevaba el mineral por un transporte aéreo, sistema Hodgson; después ha sido reemplazado por la cadena flotante que hay en la actualidad, cuyo estudio fué hecho por M. Brül.

No nos detendremos á describirla por haberlo publicado su autor en un folleto, donde puede verse con todo detalle, y además porque hablaremos después de la que posee la *Sociedad Franco-Belga* en Bilbao, que es análoga.

La vía establecida en la falda de la montaña desciende formando zizás con estaciones en los ángulos. Para cruzar la carretera ha sido necesario cortar dicha vía y hacer un pozo de 14 m., por donde descienden, en una balanza, los vagones cargados, para colocarse en la que pasa por debajo de la carretera y llegar á los depósitos de mineral ó al cargadero, según convenga.

El engrase se hace automáticamente por un procedimiento muy sencillo ideado por el Director de la explotación. Al lado del carril hay colocada una pequeña caja, que contiene la grasa, y sobre ella una pequeña rueda de madera, cuyo eje está sostenido por resortes. Los vagones tienen incompleta la parte inferior de los cojinetes, dejando, por lo tanto, descubierta la parte baja de los muñones de los ejes, que en su marcha tropiezan con la rueda y se engrasan al mismo tiempo que, ejerciendo presión sobre ella, la hacen girar y la introducen en parte en la caja, donde vuelve á impregnarse de la substancia lubricante, con la que engrasa al eje siguiente al pasar sobre ella, y así sucesivamente.

Un pequeño canalón ligeramente inclinado hacia dicha caja recibe la grasa sobrante que cae de los ejes, y vuelve otra vez adonde estaba depositada.

La vía tiene más de 3 km., siendo 350 m. la diferencia de nivel entre los extremos; su anchura 0,50., el peso de los carriles 8 kg. por metro, y es automotora. El diámetro de los eslabones es de 26 mm. en 2,500 m., y de 0,018 en los 700 metros restantes.

Los vagones llevan 540 kg. de mineral y se colocan á una distancia que varía de 20 á 25 m.

El transporte diario suele ser de 500 toneladas, pudiendo llegar 1,000, y el anual de 150,000. Costó unas 575,000 pesetas, viniendo á salir á 0,30 pesetas el transporte de la tonelada.

Las vías por donde llegan los vagones al cargadero están superpuestas para corresponderse con las de ambos pisos de éste. El túnel que le da acceso está dividido en su altura por un tablero, donde están colocadas las vías que corresponden al piso superior.

*Franco-Belga.*—Para el transporte del mineral desde las minas que posee esta Sociedad á la estación del *Cadegal*, donde tiene los depósitos, se hizo un estudio detenido de los diferentes medios de

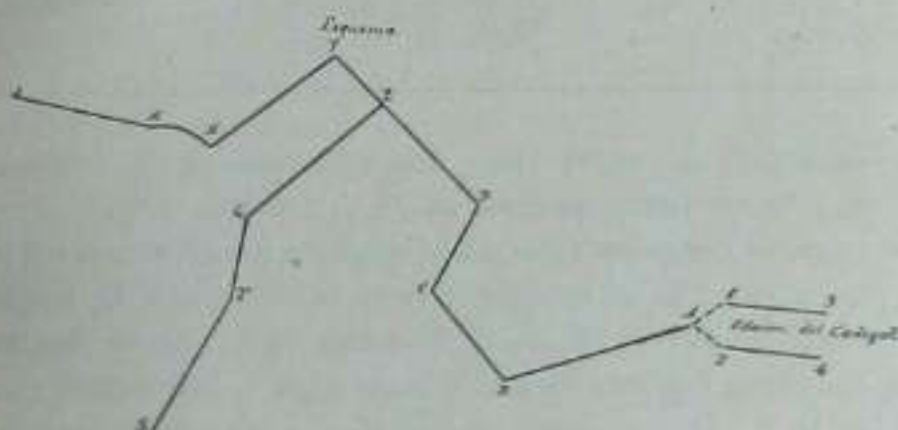


FIGURA 53.

transporte, y teniendo en cuenta el relieve del suelo, posición, distancia entre las minas, etc., dedujóse que el más conveniente era la cadena flotante. Tiene dos ramas en la parte superior, que se unen en la estación E, y de ésta á la A sólo hay una, como puede verse en el esquema (fig. 53.)

Algunos de sus pormenores aparecen en el cuadro siguiente:

ESTACIONES	COTAS SOBRE el nivel del mar.	SECCIONES	LONGITUD
S.....	296,00 m.	A B.	532,90 m.
T.....	280,83 "	B C.	313,50 "
G.....	254,50 "	C D.	169,60 "
E.....	211,00 "	D E.	235,70 "
I.....	267,40 "	E F.	187,25 "
H y H'.....	211,00 "	F H.	230,00 "
F.....	210,00 "	H' L.	320,00 "
D.....	205,00 "	E G.	335,00 "
C.....	176,00 "	G T.	365,00 "
B.....	141,00 "	T S.	280,00 "
A.....	51,60 "	" "	" "

La diferencia de nivel entre los extremos de la cadena es 244,40 m. y la pendiente máxima de 29 ‰, por 100.

Los vagones cargados vienen a la estación S., descienden a la T, pasan por un túnel de 200 m. que hay en la sección T G, llegan a ésta y continúan por las E, D, C, B, hasta la A, que es donde se descargan. Otros vagones vienen a la estación I, descienden pasando por las H, H', F, y E, desde donde siguen las mismas secciones que los anteriores.

*Estaciones.*—Están formadas generalmente por fuertes bastidores de madera, que mantienen vertical un eje provisto de dos poleas extensibles, por cada una de las cuales pasa la cadena de una de las secciones que concurren a la estación considerada; tienen además del freno un regulador de paletas, que se mueve en una caja con cantidad de agua suficiente para usar el freno tan sólo en las paradas.

En la T hay una máquina de vapor, que se utiliza para subir vagones a dicha estación y llevarlos a los planos inclinados, cuando por una causa cualquiera se interrumpa la circulación de la cadena.

Dichas estaciones son más o menos complicadas, según las necesidades. La E, donde se unen los vagones de las dos ramas, tiene la disposición siguiente: al terminar la sección G E las dos vías están a distinto nivel, los vagones cargados que vienen de la G, al llegar a E, siguen por la más alta, se desenganchan automáticamente y pasan a



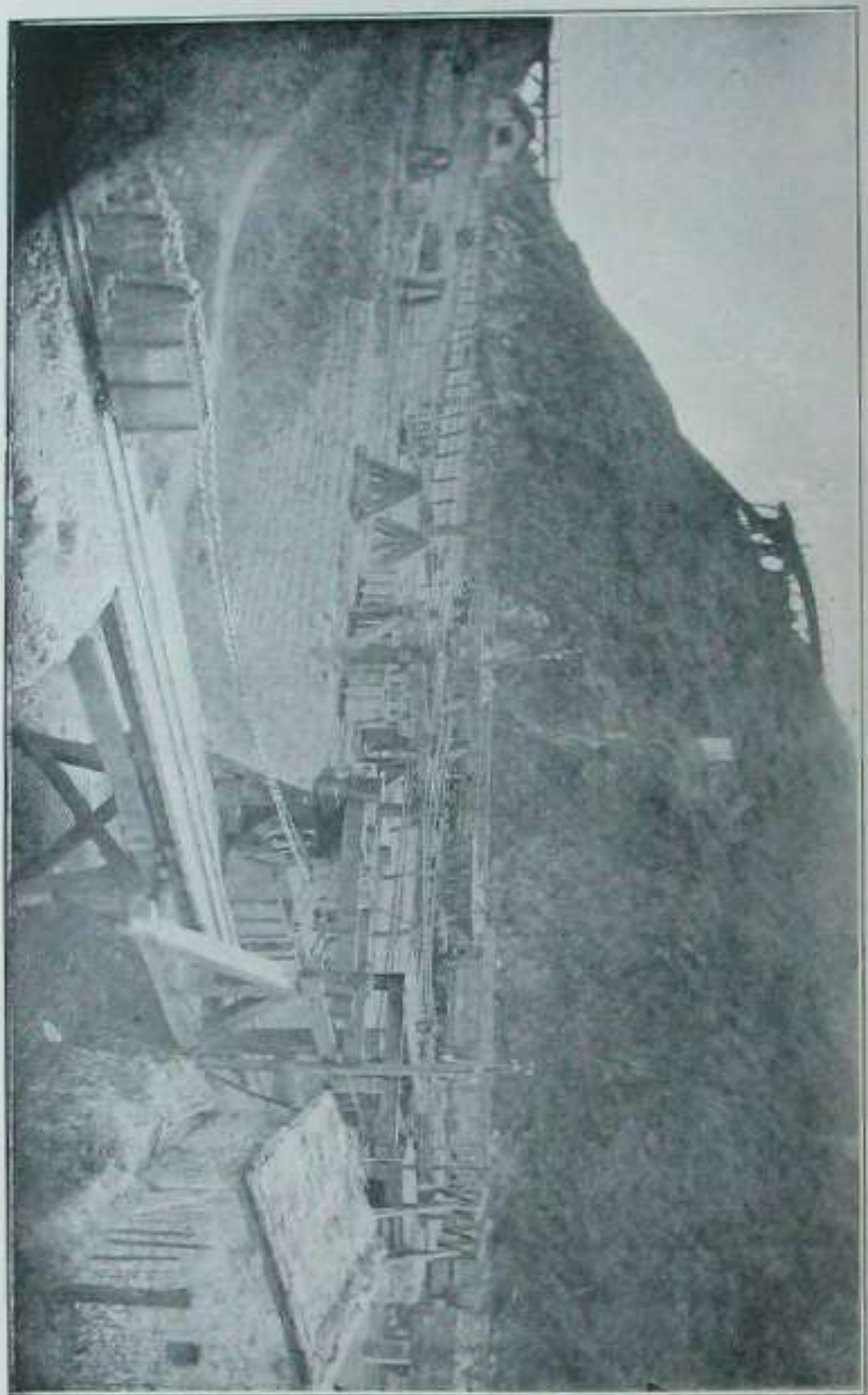


FIGURE 56.

la sección E D, los vacíos que vienen de la D á la E, se les hace cambiar de vía antes de llegar, cruzan la sección D F pasando por debajo, y se colocan en la parte inferior de la E G, donde se enganchan en la cadena, cuando han de subir por dicha sección.

Para hacer esto automáticamente, es necesario que los brazos de la cadena estén á la altura conveniente de su respectiva vía, lo cual han conseguido haciendo pasar á la cadena por la polea extensible C, que es de cambio (figs. 54 y 55): de ésta va á otra A, después por la parte inferior de la B, y por último, á la polea-guia, por debajo de la que pasan los vagones vacíos. Si éstos hubieran de marchar de la estación D á la F, no sería necesario el cambio de vía.

La estación D constituye un tipo que puede verse en las obras que tratan de estos medios de transporte.

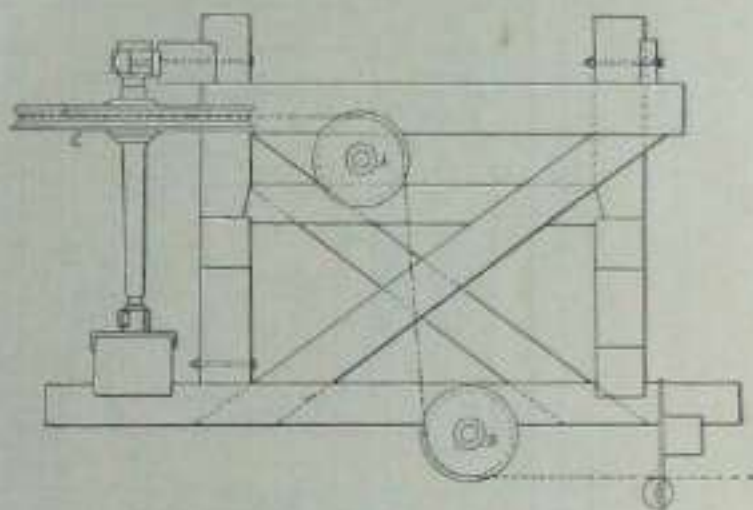


FIG. 54

En la estación C el eje tiene dos poleas extensibles, una de ellas loca, por donde pasa la cadena que viene de la estación D, y la otra fija, para la que va á la B. De la C parte otra, por donde se transportan los escombros; esta cadena pasa por la garganta de una polea colocada en la parte superior del eje de las otras dos; la rama correspondiente á la ida pasa sobre unos rodillos situados en caballetes sin apoyarse en los vagones (fig. 56), por marchar estos solos en virtud de la pequeña pendiente de la vía, y á la vuelta son enganchados por la otra rama de la cadena. Los obreros de esta estación cuidan de hacer marchar por esta vía los vagones cargados de escombros, y que continúen á la B los de mineral. De dicha estación parte otra que, pasando por poleas convenientemente dispuestas, mueve un transporte aéreo instalado en su proximidad.

*Estación B.*—En ella el eje tiene dos poleas extensibles: una loca, por donde pasa la cadena que viene de la C, y otra fija, por donde



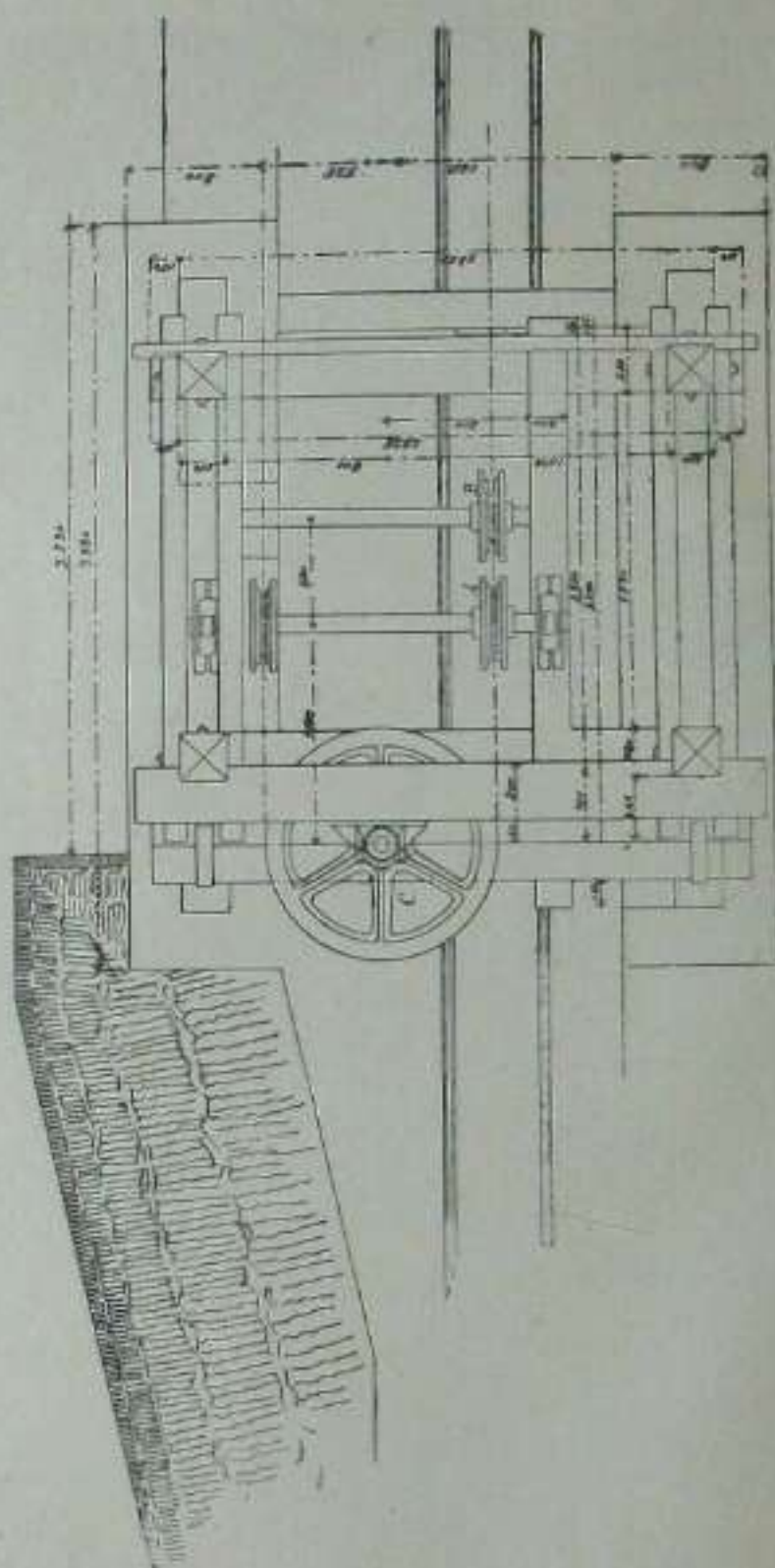
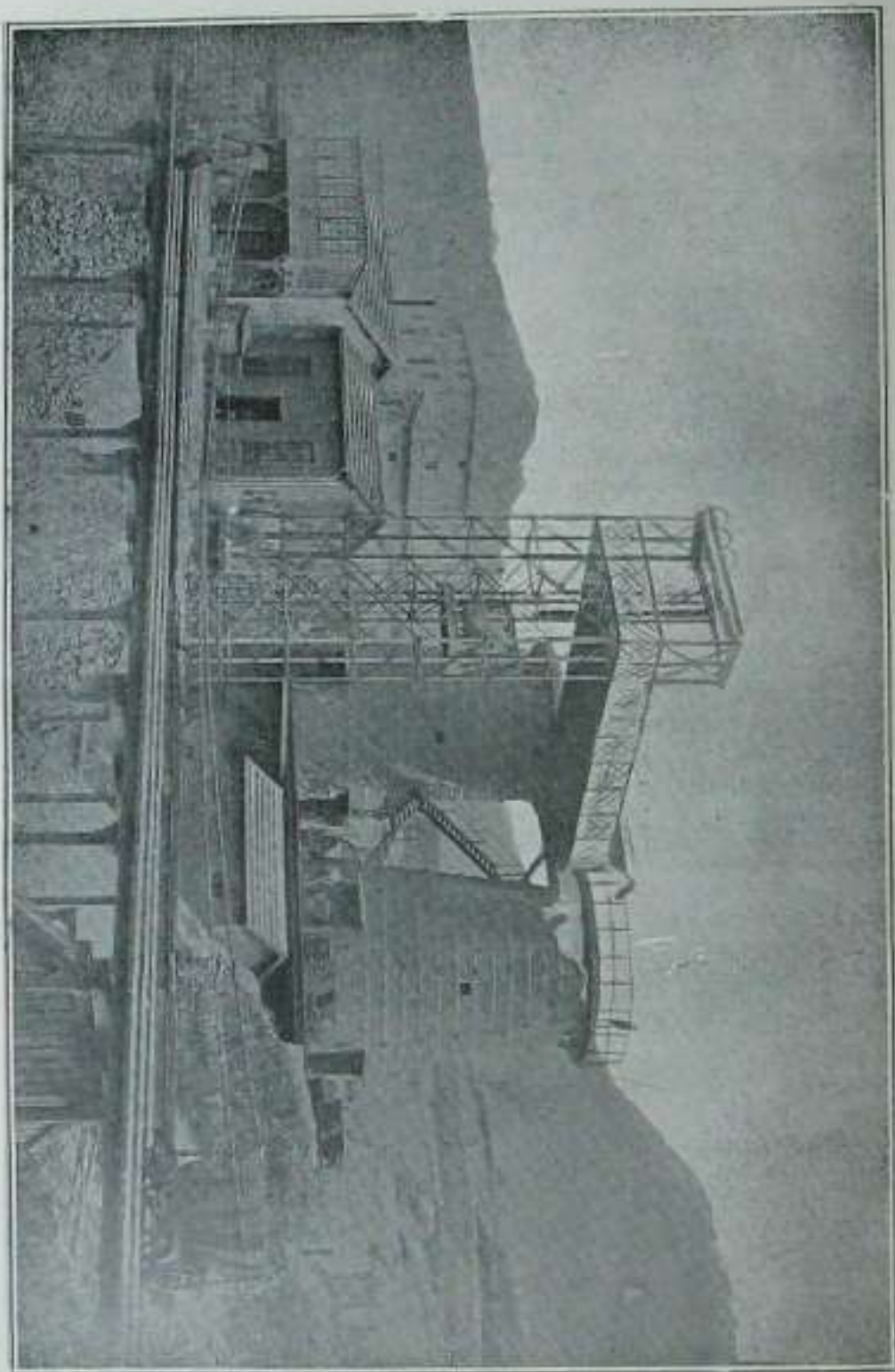


FIGURA 55.





KROONKA SO.



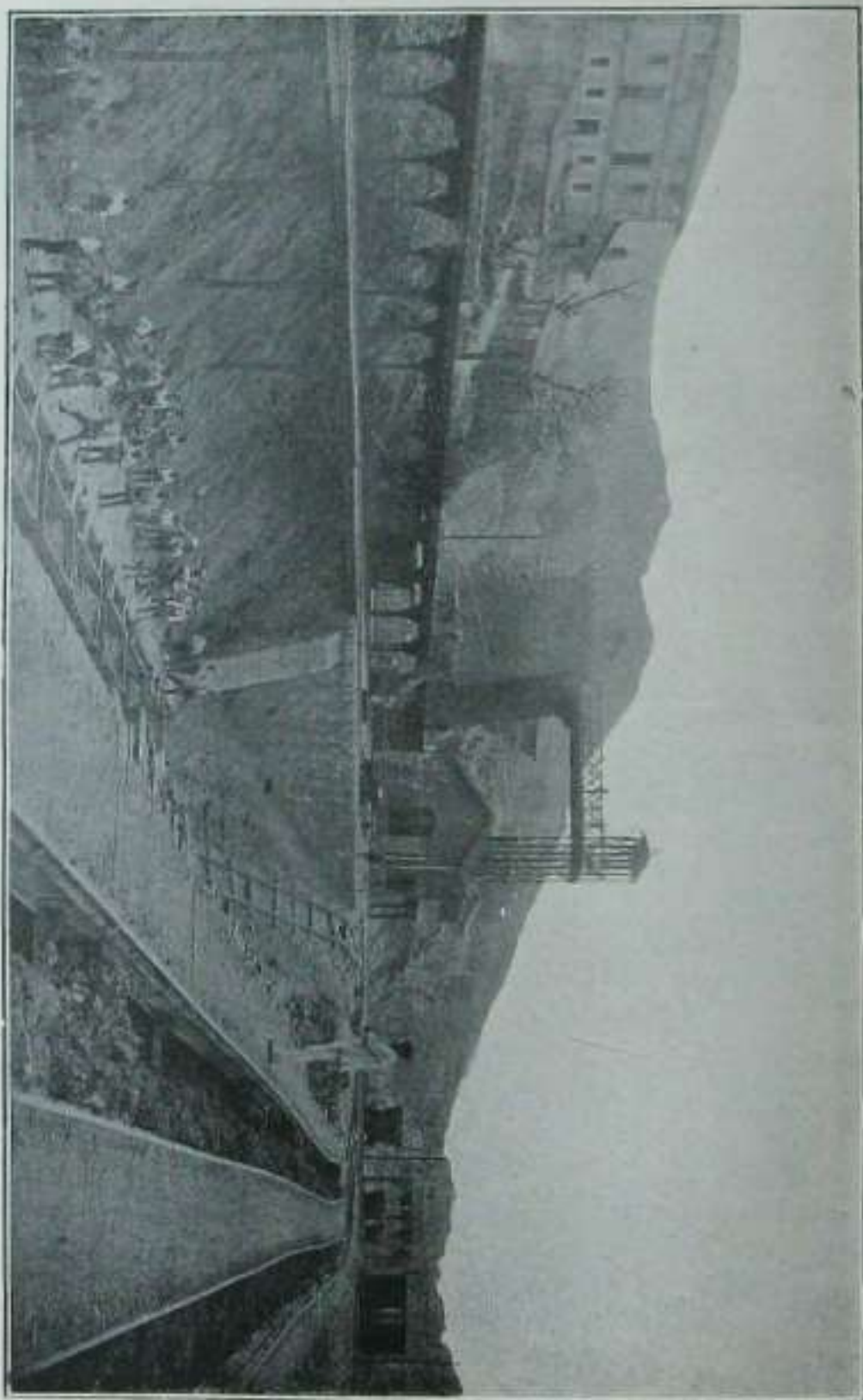


FIGURE 58



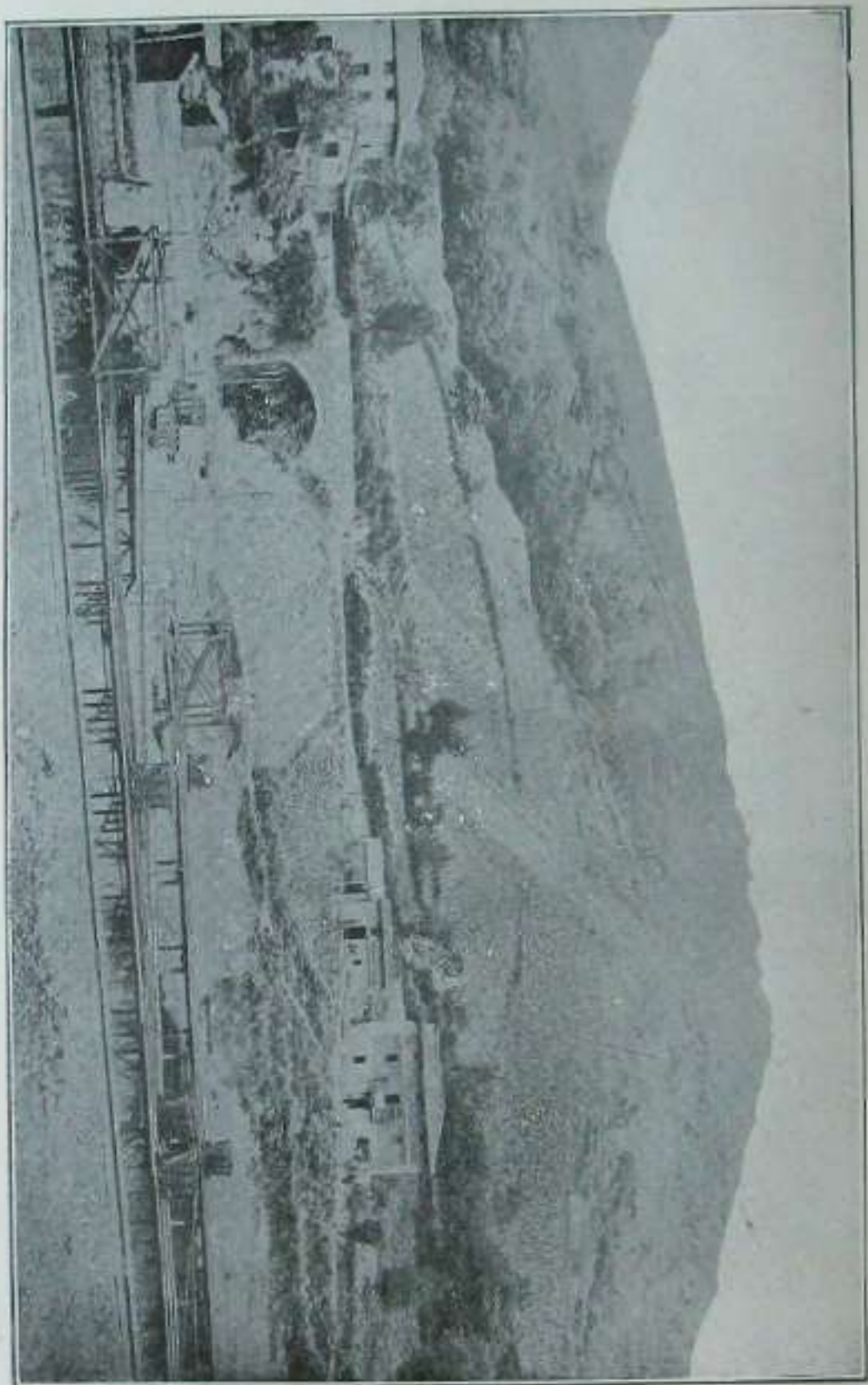


FIGURA 07

va la de la sección A B. Hay dos reguladores de paletas, que se mueven en cajas con agua para moderar la velocidad, pues sigue un plano inclinado, y la gravedad, además de hacer subir por él á los vagones vacíos, proporciona una energía de 70 caballos, que se utilizaba en parte moviendo el transporte aéreo.

La sección A B es el plano inclinado de mayor longitud que tiene la cadena, á cuyo pie está la estación A; en ella hay un eje vertical con una polea extensible fija, por donde pasa la cadena. Cuando llegan los vagones cargados, se desenganchan para conducirlos á volcadores; el mineral cae á unas tolvas y de éstas á otros vagones mayores, que son transportados también por cadenas colocadas en los muelles 2, 4 y 1, 3 (fig. 53), situados en la estación del Cade-gal. Dichos muelles tienen una longitud de 290 y 240 m. respectivamente. Estas cadenas se ponen en movimiento por unas poleas fijas al eje de la estación A.

En la figura 57 se ve el final de dichos muelles, con los castilletes que sostienen las poleas; por donde pasa la cadena, dando la vuelta para ir de una vía á la otra de un mismo muelle, véanse también los pies derechos que sostienen las vigas, donde se han fijado los carriles, y los pequeños pisos á uno y otro lado de las vías para la marcha de los obreros. Se distingue también la entrada de un túnel y un plano inclinado en la parte superior.

En las figs. 58 y 59 se ven con más detalle los muelles, los pisos (que faltan entre los carriles) y el castillete donde vuelve la cadena, pasando por una polea horizontal á otra más pequeña vertical y de ésta á una horizontal como la primera, para volver por la otra vía.

Los vagones se descargan por el fondo y el mineral cae por entre la vía á otros colocados debajo.

Si por una causa cualquiera no hubiese vagones, se depositaría el mineral en el suelo y después se cargaría en trenes, que marchan por vías colocadas entre los depósitos, como se ve en la fig. 58, donde una cuadrilla de obreros está en actitud de cargar un tren; también se ven en las dos figuras los hornos de calcinación y el montacargas.

Puede calcularse que cada obrero carga de 20 á 30 toneladas diarias.

El trazado y la instalación de la cadena están perfectamente es-



tudiados, pues el uso de las poleas locas tiene la ventaja de hacer independientes las secciones, de tal manera, que en dos contiguas pueden marchar los vagones con distinta velocidad, circunstancia que han tenido en cuenta, puesto que no es la misma en todas. En caso necesario pueden fijarse al eje dichas poleas.

Una parte de la fuerza que proporciona la bajada de los vagones cargados por la sección A B se utiliza para subir los vacíos y hacerlos marchar por los muelles.

El plano inclinado que une las estaciones C y D proporciona el esfuerzo necesario para la marcha de los vagones que van por las secciones D E y E F, para subir los vacíos, para dar movimiento á los que han llevado escombros, y, por último, para la marcha del transporte aéreo. Si dicho esfuerzo no es suficiente, se fija en la estación B la polea por donde pasa la cadena que la une con la C. En otros puntos puede disponerse de un exceso de energía que, en caso necesario, sabría utilizar muy bien el ilustrado ingeniero francés M. Benoys.

El ancho de la vía es de 0,50 m., de la entrevía 0,70, y los carriles, del sistema Vignole, pesan 9 kg. por metro.

Los eslabones de la cadena tienen 22 mm. de diámetro, su peso es de 9,820 kg. por metro; la que va de la estación A á la B es de 26 mm., con un peso de 14 por metro. El esfuerzo máximo de la cadena es de 5 kg. por milímetro cuadrado de sección, dura diez años, pero con frecuencia es necesario acortarla por el alargamiento que experimenta mediante los esfuerzos de extensión, á pesar de poder contrarrestar en parte los efectos de dichos alargamientos con las poleas extensibles. Cuestan 48 pesetas los 100 kg.

Los vagones se colocan á unos 25 m. de distancia y marchan con una velocidad de  $1 \frac{1}{2}$  por segundo, pudiendo llegar á 2 sin inconveniente alguno; llevan 800 y 850 kg. de mineral, su peso muerto es 300 y cuestan unas 85 pesetas.

Con 52 hombres para el servicio de la cadena, que ganan á tres pesetas como mínimo, se transportan diariamente, por término medio, 1.800 toneladas de mineral y algunas de escombros, saliendo hoy el precio de transporte á 0,35 pesetas la tonelada.

En la primera mitad del año 1896 transportó 152.000 toneladas de mineral y 33.000 de escombros.

*Galdames.*—El más importante de los medios de transporte que

hay en esta comarca, para llevar los minerales al ferrocarril de Galdames, es la cadena flotante que va de las minas *Juan, Dolores, Elvira, Buena, Princesa y Pepita* al kilómetro 11 de dicho ferrocarril. Es automotora, tiene un desarrollo de 3.180 m., con pendientes que llegan al 40 por 100, pues hay una diferencia de nivel de 454,50 m. entre las minas y el punto de la vía donde termina la cadena.

Tiene seis estaciones intermedias con freno y regulador de paletas. En la primera y segunda secciones, los eslabones tienen 19 mm. de diámetro; en la tercera, 25; en la cuarta 27, y en la séptima 17.

El ancho de la vía es de 0,50 m., el de la entrevía de 0,70, los carriles tienen la longitud ordinaria y un peso de 7 kg. por metro; los vagones taran 187, la carga que llevan es de 500, y marchan á 20 m. unos de otros.

## CABLE FLOTANTE

Este medio de transporte lo hemos visto funcionar en las inmediaciones de Bilbao, para llevar los productos de varias minas á la estación de descarga, situada en *Basurto*, y algunas veces caliza para unos hornos de cal que hay al pie.

La línea tiene 3.000 m., es de doble vía, los carriles pesan unos 12 kg. por metro, excepto algunos que son de 15; anchura de la vía 0,75 m., y hay un puente de más de 100 m. Dicha vía está dividida en dos secciones: una de 1.400 m., desde el cargadero al freno, donde termina uno de los cables. En esta sección, á 350 m. del punto de partida, hay un pequeño ángulo, donde se han colocado seis poleas sujetas á fuertes macizos de mampostería, tres para el cable de ida y las otras para el de vuelta; su objeto es guiarle y atenuar la flexión que tanto los deteriora. Los vagones pasan de una alineación á la otra por un arco de círculo, que está fuera de los macizos, se desenganchan al abandonar la que llevan, pasan la curva y vuelven á engancharse al tomar la alineación siguiente.

La otra sección principia en el freno y termina en la estación de descarga. En el primero de estos puntos hay dos poleas para cada sección, donde se arrollan los cables respectivos, cruzándose al pasar de una á otra con objeto de aumentar la adherencia.



En la estación de descarga pasa el cable por una polea de cambio colocada sobre un carrito, que puede moverse á voluntad por un tensor de contrapeso análogo á los empleados en algunos transportes aéreos, pudiendo de este modo dar al cable la tensión que se desee.

Éste tiene 32 mm. de diámetro, hay en él una serie de topes de forma tronco-cónica, dispuestos por pares; los que forman uno distan medio metro próximamente, y cada par está separado 50 m. del inmediato.

Los vagones están provistos de una horquilla de hierro en la parte anterior, como los empleados en la cadena flotante, para ser transportados de una estación á la otra; así que para enganchar uno, se le hace avanzar en la vía hasta colocarse debajo del cable; en su marcha entra éste en la horquilla, y al llegar el primer tope del par más próximo, tropieza en ella y hace caminar al vagón hasta llegar al punto donde se ha de separar. Hemos observado en la estación de descarga que los topes se introducen en parte en la horquilla, quedando tan unidos á ella, que para separarlos tiene un obrero que marchar delante de ellos, coger el cable con las dos manos y hacer un gran esfuerzo elevándolo, para que el nudo pueda salir de la horquilla y el vagón quede libre. La disposición pareada de los topes tiene por objeto, indudablemente, evitar el accidente que pudiera ocurrir si un vagón no se enganchara en el primero, ó si, enganchado, se rompiese, en cuyo caso llega en seguida el segundo tope, tropieza en la horquilla y el vagón marcha sin inconveniente alguno. Si no existiese aquél y la marcha fuese en horizontal ó en rampa, tendría que ser transportado por el vagón siguiente; en pendiente marcharía solo hasta tropezar con el que le precede y habría un choque que originaría una fuerte sacudida ó roturas, que es necesario evitar. Si en la línea hay rampas y pendientes, la horquilla del vagón debe quedar entre los dos nudos ó manguitos.

Cuatro años hacia que estaba funcionando este cable, transportando 500 toneladas diarias, habiéndose llegado en una hora á bajar de la mina *Carmen* 50 vagones, que tienen próximamente un metro cúbico de capacidad cada uno.

Puesto en movimiento vino á costar unas 350.000 pesetas, próximamente.

# TRANSPORTES AÉREOS

---

Sucede con frecuencia que las minas están situadas á bastante distancia de las vías generales de comunicación, en terreno muy accidentado para el transporte, y hay que salvar montañas, desfiladeros y valles más ó menos profundos; en este caso puede decirse que el único medio aceptable es el de las vías aéreas, aplicado en diferentes puntos de España, principalmente en Bilbao, donde se han instalado tantos, que una gran parte del mineral arrancado se transporta por esta clase de líneas.

Hemos dicho que los dividíamos en dos sistemas, el Hodgson y el Bleichert-Otto, de los cuales nos iremos ocupando sucesivamente, con las respectivas modificaciones que después se han introducido y terminaremos esta parte describiendo el últimamente ideado por el distinguido arquitecto Sr. Palacio, autor del notable puente *Viscaya*, construido en la ría de Bilbao.

## SISTEMA HODGSON

Hasta ahora hemos considerado la vía fija en el suelo y los vagones marchando sobre ella; en este sistema sucede lo contrario, es móvil, está colocada á la altura conveniente y los vehículos se fijan á ella para ser transportados de un punto á otro.

Consta de un cable sin fin, que pasa por las gargantas de poleas de gran diámetro situadas en las estaciones extremas, la de carga y la de descarga; las cajas que llevan el mineral se cuelgan de dicho cable á las distancias convenientes, por medio de una pieza de hierro llamada cojinete, las cargadas en un ramal y las vacías en el

otro. Con objeto de evitar que dichas cajas toquen al suelo y para dejar libre el paso á otras vías de comunicación ó medios de transporte, se colocan entre las referidas estaciones unos caballetes provistos de poleas en la parte superior, por las que pasa el cable, quedando éste por lo tanto á la altura deseada. Si se hace jirar á una de las poleas de las estaciones extremas, ó suponemos que la inclinación de la vía es suficiente para que la gravedad venza las resistencias que se oponen al movimiento, el cable marchará por sí mismo, llevando suspendidas las cajas desde una á otra estación; en este caso se dice que es automotor.

Las vías tienen algunas veces más de una alineación, y entonces se pone una estación en el vértice del ángulo formado por dos direcciones contiguas; el cable se divide en dos secciones, una que va de la estación de carga á la del ángulo, y otra de ésta á la de descarga ó á la inmediata si hay más ángulos. Estas estaciones intermedias tienen las poleas de cambio y uno ó los dos tensores de los cables. Para pasar las cajas de una alineación á la siguiente hay unas barras carriles sujetas á la armadura de la estación, por las que marchan las ruedas del cojinete, cuando éste abandona el cable de una sección, hasta caer en el de la siguiente.

Puede suceder que este continúe de una alineación á otra, en cuyo caso, se le hace pasar por una serie de poleas próximas al vértice, para atenuar en lo posible la flexión, que tanto los deteriora, y el paso de las cajas se efectúa por unas barras-carriles, como hemos dicho en el caso anterior.

El transporte del mineral de la *Ciega* se hace por una línea de este sistema, que por ser conocido hemos descrito brevemente. Dicha línea parte de las inmediaciones de *Liaño*, en la vertiente Norte de *Cabarga* (Santander), y termina en los lavaderos de la isla de *Morero*, en la ría de *Solla*.

Tiene una longitud de 2.700 m., con una pendiente máxima de 18 por 100; los caballetes son de madera y les han dado la forma ordinaria, que veremos más adelante, su distancia varía de 30 á 40 m., menos en el cruce de la ría, que es de 80, y la altura máxima llega á 18. El cable tiene 25 mm. de diámetro, pesa 10 kg. por metro y su precio es de 3 pesetas también por metro.

Los cojinetes están formados por dos piezas de hierro, entre las que se coloca otra de madera en verano y de goma en invierno,

para evitar el resbalamiento sobre el cable en época de lluvias; de ellos están suspendidos los hierros que sostienen las cajas colocadas á unos 25 m. unas de otras, tienen capacidad para 200 kg. y van provistas de una horquilla, para evitar que se vuelquen durante su marcha.

Para separar las cajas del cable en la estación de carga, hay colocada á la altura conveniente una barra-carril en forma de herradura, cuyos extremos están inclinados y situados á una distancia del cable igual á la que hay del eje del cojinete al medio de la garganta de las poleas que lleva; de este modo, al llegar la caja á la estación, las poleas toman la barra-carril, suben la pequeña inclinación que ésta presenta, elevan el cojinete y lo separan del cable. Un muchacho, empujando la caja, la lleva al punto donde se carga sin separarla del cojinete, si así está dispuesto como sucede en la línea de que nos ocupamos, ó se desengancha de él para llevarla adonde se ha de cargar y volverla á la estación. Para engancharla se la hace marchar hasta cerca del otro extremo del carril, donde un muchacho la empuja en el momento oportuno; las poleas descienden por dicho extremo, el cojinete cae sobre el cable y es arrastrado por éste á la estación de descarga.

El cambio de dirección se hace por una polea de gran diámetro, cuyo eje está fijo á la armadura de la estación de carga.

La de descarga, construída como las demás, tiene la barra-carril convenientemente colocada; el cable pasa por una polea vertical, va á una de cambio situada horizontalmente, vuelve á otra vertical de igual diámetro que la primera y colocada en el mismo eje, de donde sale para la estación de carga. Con objeto de dar al cable la tensión conveniente, la polea de cambio está situada en un bastidor provisto de ruedas, al que está invariablemente unido el eje de la polea; una fuerte horquilla de hierro tiene una anilla y los brazos cogen los extremos de dicho eje. Un grueso tornillo, que termina en gancho para coger la anilla, atraviesa una viga fija á fuertes maderos y á una tuerca colocada delante de dicha viga; así cuando se quiera aumentar ó disminuir la tensión del cable, no habrá más que hacer girar á la tuerca en uno ó en otro sentido.

Al llegar las cajas á esta estación, las poleas del cojinete marchan por la barra-carril, se levanta la horquilla, se descargan y ponen otra vez en la posición normal; un muchacho las empuja para

que el cojinete caiga sobre el otro ramal del cable en el momento oportuno y sean conducidas á la otra estación.

La línea se pone en movimiento por una máquina de vapor colocada en esta estación, la cual transmite su esfuerzo á un piñón, que engrana con una rueda dentada fija al eje de las dos poleas verticales y situada entre ellas.

La instalación costó 25.000 pesetas por km.; transporta 300 toneladas en diez horas y salen á 0,60 pesetas por tonelada.

Con objeto de evitar el gasto de las gomas, han cambiado de cojinetes después de nuestra visita, reemplazando los que usaban, por una de las modificaciones que más adelante describimos.

Otro transporte aéreo del mismo sistema en que emplean gomas, es el que tiene el Sr. Ibarra en Bilbao, para llevar los minerales á la estación de Ortuella (ferrocarril de Triano).

La disposición es la misma que en el anterior; también hay una máquina en la estación de descarga para ponerlo en movimiento, las cajas que usan son toneles usados y serrados por la circunferencia media, que al llegar á la estación se vacían sobre vagones.

Otra línea de igual sistema transporta los productos de las minas *Da* y *Alba*, situadas en la vertiente Norte de la Sierra de Cabarga, á los lavaderos situados en las marismas, cerca del puente de San Salvador (Santander). Mide 2.200 m., con una pendiente máxima de 16 por 100; la distancia entre los caballetes es 30 m., llegando á 50 en el cruce de la ría; la altura máxima de 16; el cable tiene 0,025 m. de diámetro, con un peso y coste de 10 kg. y tres pesetas, respectivamente, por metro. Las vasijas, que en esta instalación afectan la forma de baldes, se cargan con 150 kg. y se distancian 30 m.; el transporte llega á 300 toneladas diarias, saliendo cada una á 0,75 pesetas de coste.

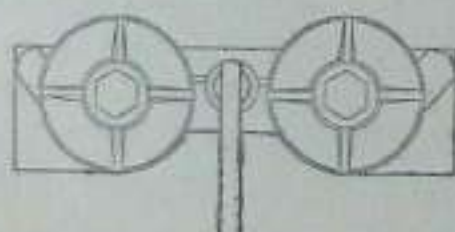


FIG. 66.

Como los cojinetes Hodgson tienen gomas y hay que renovarlas con frecuencia, siendo, por lo tanto, una causa constante de gasto; las modificaciones introducidas han tenido por objeto suprimirlas y lo han conseguido con ventaja, puesto que los modificados se separan del cable automáticamente, como los primitivos. Los gastos de conservación son

menores y pueden tener mayores pendientes las líneas en que se usan. Los de ésta llevan la modificación hecha por un herrero de las inmediaciones de Bilbao.

El cojinete está formado por dos piezas de hierro (figs. 60 y 61) unidas por los ejes de las ruedas; cada una lleva, muy cerca de un extremo un pequeño saliente, *b*, y en el otro dos orificios practicados á distinta altura; hay otras dos piezas de acero, especie de resortes (figs. 62, 63 y 64) que tienen en uno de sus

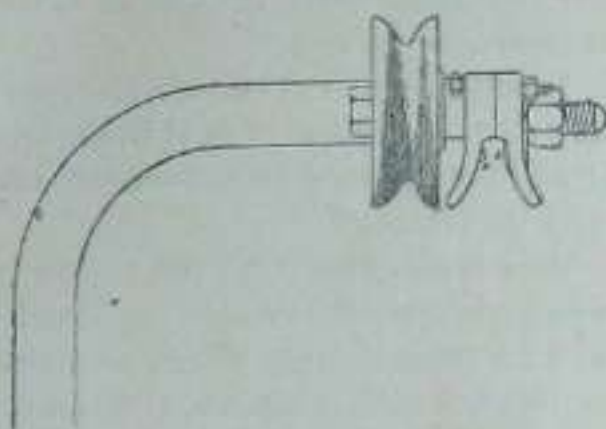


Fig. 61.

extremos un botón *a* tallado en forma cilíndrica hacia la parte media y en bisel en la inferior; en el otro un orificio *b*, por donde pasa un tornillo que, atravesando á éstas y á las dos piezas que forman la armadura del cojinete, se atornilla por el otro lado, quedando sujetas las cuatro en



Fig. 62.

la disposición que indican las figuras 61 y 62, en cuyo caso, el botón se ha alojado en el orificio inferior, presentando un saliente *a* en la parte interior del cojinete.

Al caer en el cable, éste queda entre la parte saliente *b* y el botón *a*, colocándose algunos torones en la parte cilíndrica.

Para avanzar dicho cojinete, sería preciso que girase como si fuese una tuerca, lo que es imposible; el resbalamiento únicamente tendrá lugar



Fig. 63.



Fig. 64.

cuando las pendientes pasen del límite que indicaremos después. Al llegar á la estación de descarga ó á un ángulo, si los hay en la línea, pasa el cable por la polea-guía inmediata á la barra-carril, el borde de dicha polea empuja al botón *a* del primer resorte de acero, y ocultándose aquél, queda libre el cable, al mismo tiempo que la primera rueda del cojinete marcha por el carril; igual sucede



cuando el segundo resorte llega á la misma polea. Una vez cargada ó descargada la caja (según la estación de que se trate), un muchacho la empuja hasta llegar al extremo del carril, para hacer caer el cojinete sobre el cable en el momento oportuno y que sea transportado por éste.

También emplea el sistema Hodgson la *Sociedad Iron ore Company de Somorrostro*, para el transporte de los minerales desde las minas *Unión y Mora*, en *Matamoros*, á la estación de *Arcocha* (ferrocarril de Triano).

Para el servicio de la primera hay tres líneas de 2,572 m. cada una y están divididas en ocho secciones. La primera, desde Las Cuevas á La Reineta, tiene 450 m. en rampa, con una inclinación de 20 por 100; hay diez caballetes, el de mayor altura llega á 29 m.; la segunda, como todas las demás, está en pendiente, principia en La Reineta, que es donde está el ángulo, tiene 440 m., con una inclinación de 18 por 100, y 13 caballetes, el mayor de 16 m.; la tercera mide 160, con una pendiente de 22 por 100; la cuarta es de 585 m., con una pendiente de 30 por 100, que es la máxima de esta línea; la quinta tiene 225 y 6 por 100 de pendiente; la sexta es de 82, con pendiente de 10 por 100, y tiene los caballetes más bajos de la línea, pues sólo llegan á 5 m.; la séptima es de 180, con una pendiente de 24 por 100, y, por último, la octava, que termina en *Arcocha*, tiene una longitud de 450, es horizontal y la altura máxima de los caballetes es de 24,40 m. Por estas líneas se transportan 200.000 toneladas al año.

Para el servicio de la mina *Mora* hay seis líneas, que tienen una rampa de 24 por 100, en los 1.410 m. que hay desde el Monte de San Andrés hasta La Reineta, donde hemos dicho que hay un ángulo, desde el que siguen, como las anteriores, hasta la estación de *Arcocha*. En dos líneas de la *Mora* los caballetes tienen bastante altura, variando ésta generalmente de 22 á 28 m. Tres alcanzan una altura excepcional, pues dos de ellos son de 51 m. y el tercero llega á 64, el de mayor elevación que hemos visto; en las otras siete líneas de esta Sociedad los caballetes son más bajos, con objeto de plegarse en lo posible á los perfiles longitudinales correspondientes; pero se ha observado que no marchan tan bien.

Todas estas líneas se enlazan unas á otras por engranajes en la estación de La Reineta, para ser movidas por tres máquinas de va-



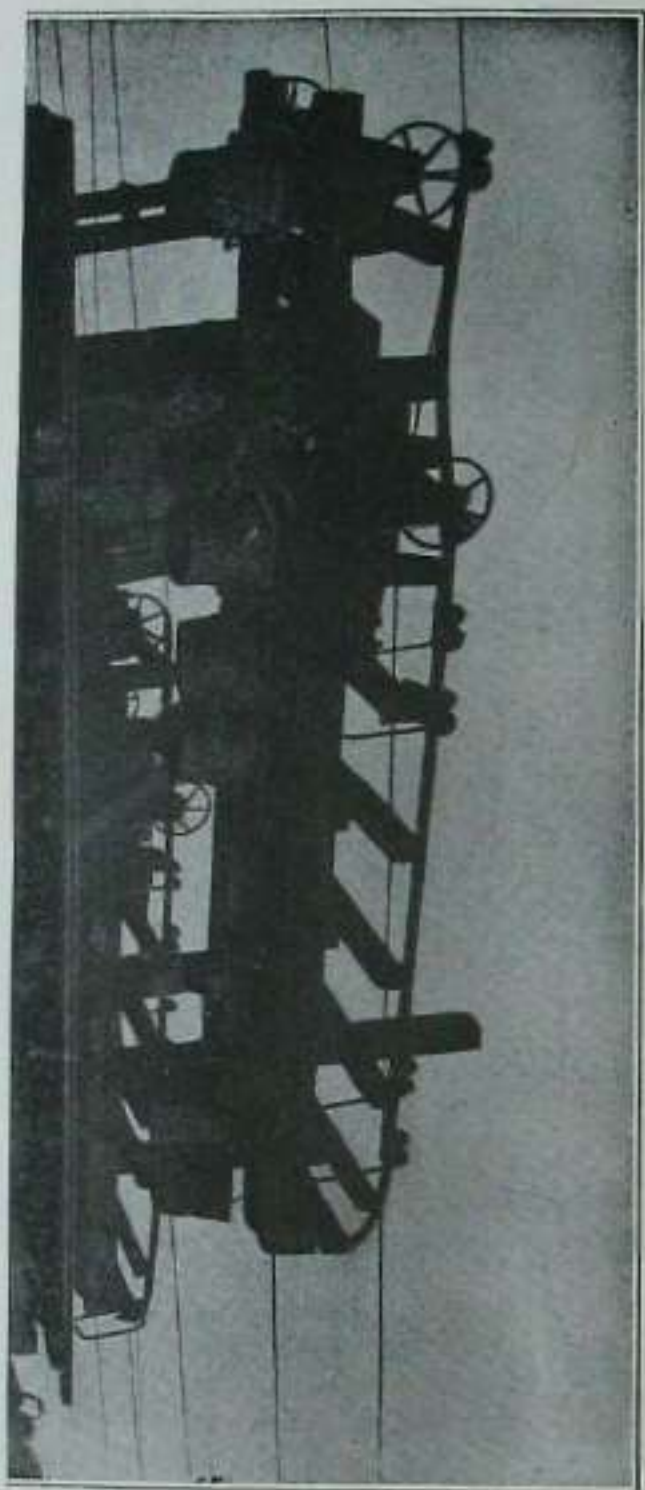


FIGURE 68.



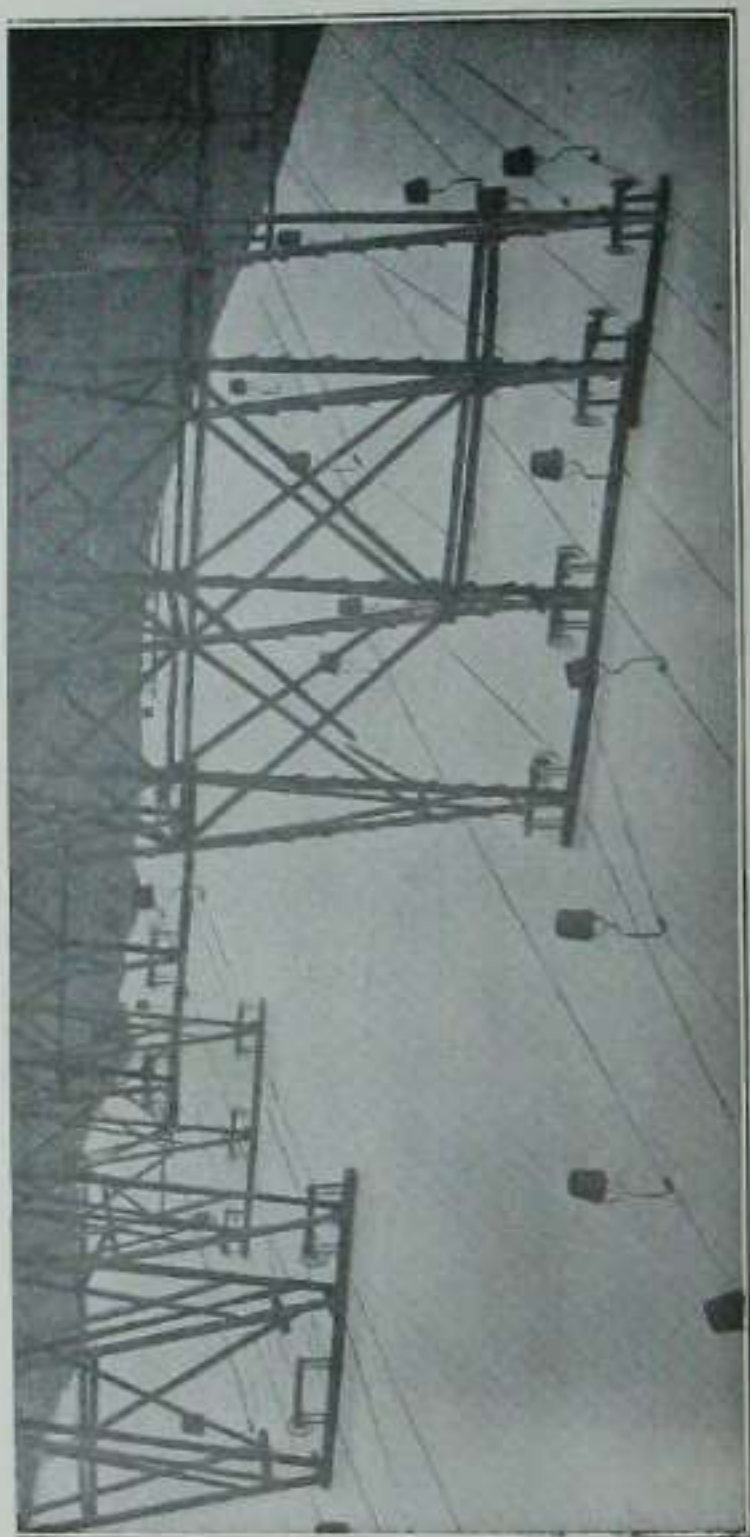


FIGURA 07.



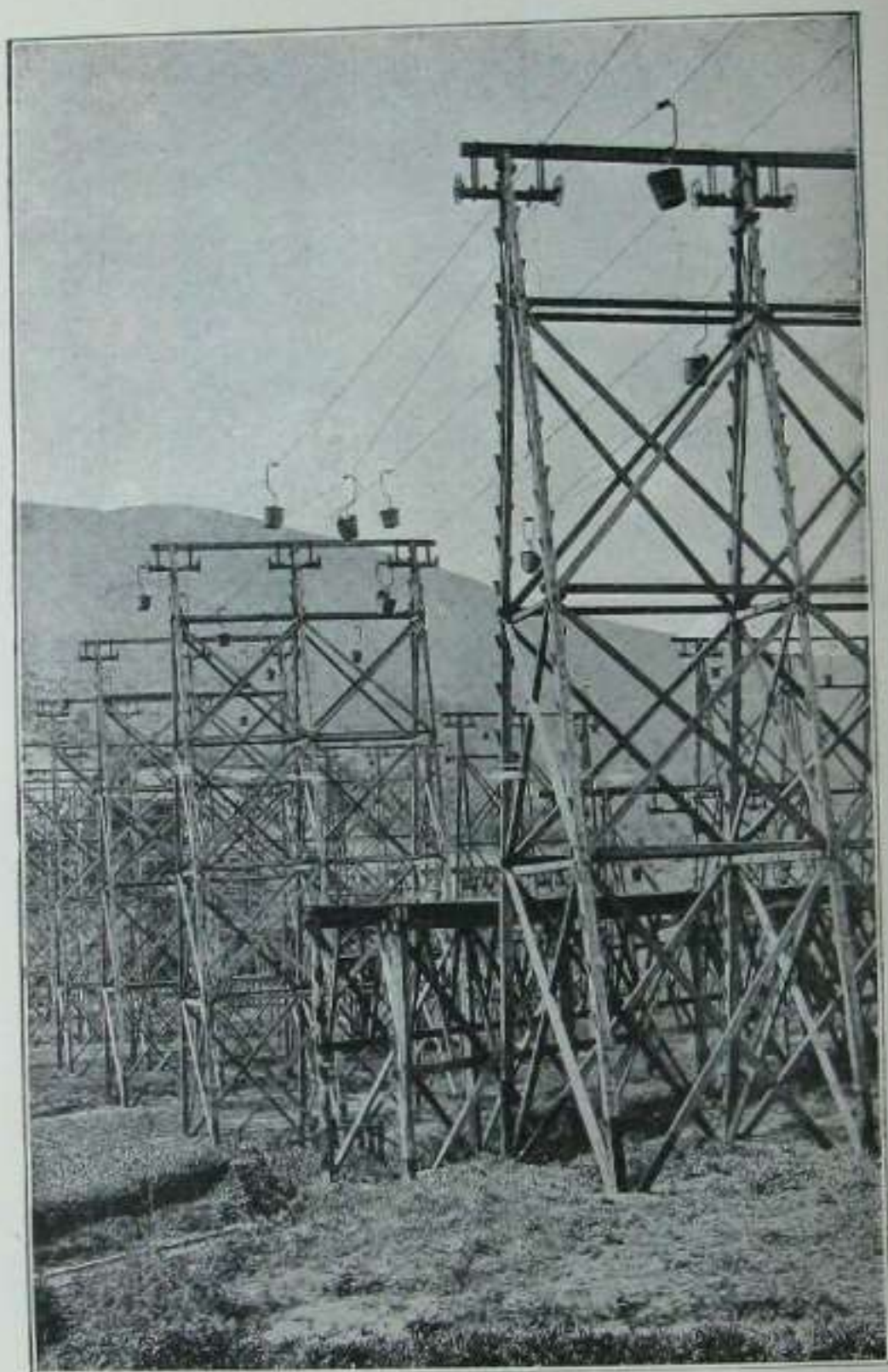


FIGURA 66.





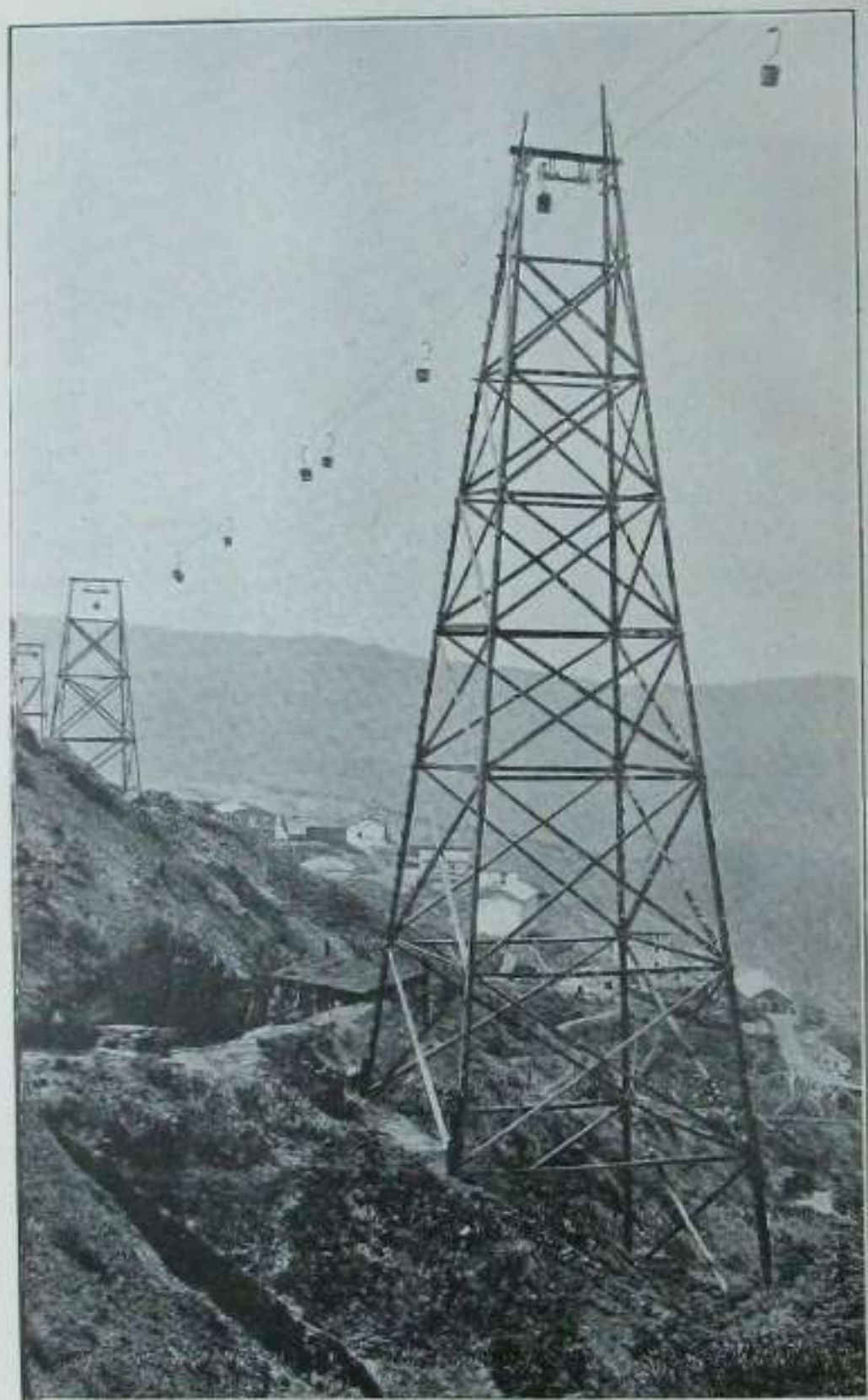


FIGURA 65.

por instaladas en la de Arcocha. Por las seis líneas de la *Mora* se transportan 500.000 toneladas anuales.

La fig. 65 da idea clara de la forma que generalmente se da á los caballetes, las figs. 66 y 67 del conjunto de las nueve líneas en la estación de *Arcocha*, pudiendo verse en la última que un caballete sirve para cuatro, y la fig. 68 da á conocer una de las estaciones de descarga que hay en dicho sitio.

Los cojinetes son una modificación distinta de la anterior, como se ve en las figs. 69, 70 y 71, que representan las vistas de frente y

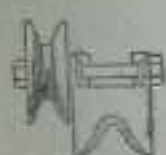


Fig. 69.

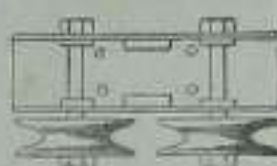


Fig. 71.



Fig. 73.

de lado y una proyección horizontal. La fig. 72 representa un corte, prescindiendo del eje y de las ruedas, donde la parte no rayada,



Fig. 72.

que podemos considerar como la armadura del cojinete, es una pieza de hierro provista de cuatro pequeños salientes en el interior, dos de ellos próximos á un extremo y los restantes al otro; dos placas de hierro (fig. 73) se ponen, de tal manera, que dichos salientes se coloquen en los rebajos hechos en los bordes de las referidas placas, quedando, de este modo, sujetas en la caja que forma

la parte inferior de la armadura y en la disposición representada en la fig. 69. Para que dichas placas no puedan salirse del sitio en que están colocadas, se rellena la caja con las tres piezas de madera *a b c*, que están rayadas y dispuestas como se ve en la figura 72.

Fig. 70.



Fig. 70.

Al caer el cojinete en el cable, se colocan algunos torones y otros pequeños rebajos que tienen las placas y haciendo éstas el oficio de tuercas, respecto al cable, impiden el resbalamiento, á no ser que las pendientes pasen del 30 por 100, pues con esta inclinación prestan servicio aun en tiempo de lluvia.

La supresión de las gomas en los cojinetes proporciona una economía que pasa de 25.000 pesetas anuales, en las nueve líneas

que posee la Sociedad, por las que se transportan al año unas 700.000 toneladas, en cajas que llevan 180 kg. de mineral, oscilando el transporte por día y línea entre 255 y 300 toneladas.

Los cables tienen 0,025 m. de diámetro, duran generalmente de dieciocho á veinticuatro meses, y transportan en este tiempo 125.000 toneladas cada uno.

La tonelada conducida por estas líneas y cargada en el ferrocarril de la Diputación resulta á unas 0,85 pesetas.

Hace poco han puesto, por vía de ensayo, en estas líneas un nuevo cojinete debido á los Sres. Cuesta y Miñón, que da muy buen resultado. Consta de un pequeño tubo de hierro *A*, (figs. 74 y 75) terminado por los ensanchamientos *B*, donde hay colocadas dos

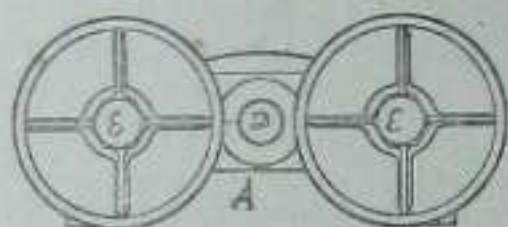


Fig. 74.

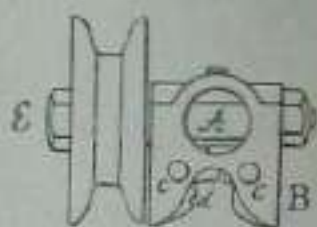


Fig. 75.

piezas *a* y *b* de la forma indicada en las figs. 76 y 77, que pueden girar alrededor de los pasadores *c*; próximos á estas piezas, á las cuales llamaremos mandíbulas, hay dos agujeros

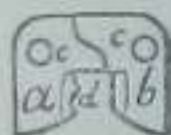


Fig. 76.

por donde pasan los ejes *E* de las poleas, y en su medio tiene otro *D*, para colocar en él un extremo del hierro que sostiene la caja donde se echa el mineral.



Fig. 77.

Al caer el cojinete sobre el cable, giran las mandíbulas y queda cogido por ellas con tanta más fuerza, cuanto mayor es el peso suspendido de dicho cojinete, y para dificultar más el resbalamiento, la *a* lleva unos rebajos *d*, donde pueden colocarse algunos torones.

El desenganche es automático, como en los anteriores, pues al llegar el cojinete á una de las estaciones, las poleas marchan por la barra-carril, lo elevan un poco, y dejando de apoyarse en el cable, giran las mandíbulas y toman la posición representada en la fig. 76.

Si comparamos este cojinete con los anteriormente descritos, vemos que presenta mayor dificultad para el resbalamiento, por tener los rebajos como los otros y además coge al cable entre las mandíbulas, aumentando la presión con el peso que lleva la caja.

Para ensayo han colocado 19, alternados con los que usan, y no sólo no resbalan en pendientes de 30 por 100, sino que cuando lo hacen los antiguos quedan detenidos por los nuevos, resistiendo estos la tendencia al resbalamiento correspondiente al peso que llevan y además al empuje de los detenidos. Con los nuevos se pueden poner pendientes mayores del 30 por 100, límite asignado en otro lugar para este sistema; todas las piezas son resistentes, por cuya razón darán lugar á pocas reparaciones, y como en caso de haberlas son fáciles, creemos que dichos cojinetes se aceptarán en cuanto sean conocidos.

En la comarca de *Galdames* hay varios transportes aéreos del mismo sistema, que llevan los minerales de algunas minas al ferrocarril de este nombre. Entre ellos podemos citar *Reneñaga* y *Safo*, que tienen los caballetes comunes en 1,500 m. y una sola máquina de vapor para el movimiento de las dos líneas.

La primera es de 2.325 m., en rampa tiene 589, con una inclinación máxima de 12,60 por 100, y la máxima también de la parte que está en pendiente es de 14,15 por 100; hay, además, ángulos dispuestos como de ordinario para el paso de las cajas de una alineación á la siguiente.

El cable tiene 33 mm. de diámetro, la distancia máxima entre los caballetes es 42 m., las cajas, que marchan con una velocidad de 1,40 m. por segundo, llevan una carga de 166 kg. y están constantemente en marcha 150.

Por esta línea se llevan 240 toneladas diarias y el coste de transporte por tonelada y kilómetro suele ser de 0,75 pesetas.

El cojinete es el mismo que usan en las minas *Da* y *Alba*, ya descrito.

En el transporte de la mina *Safo* los baldes son de madera, reforzados con cinchos de hierro, llevan 160 kg. de mineral y cuestan 60 pesetas.

Las poleas de los caballetes son fijas al eje, como sucede generalmente en todas las líneas, y éste gira en cojinetes de roble, que están divididos en dos partes por el trazo de sierra casi diagonal

(fig. 78); sobre las inferiores *A* se coloca el eje, después se ponen las *B* y se clavan las dos al madero superior del caballete.



Fig. 78.

Además de los citados, hay otros dos transportes aéreos de este sistema, que tampoco son automotores y llevan los minerales de las minas *San Antonio* y *Catalina* al ferrocarril de *Gal-dames*.

En las inmediaciones de *Zaramillo*, estación del ferrocarril de *Zorroza* á *Valmaseda*, hay instalado otro transporte aéreo, cuyos cojinetes tienen la modificación debida á *Roe*; están formados por una pieza de arrabio hueca en su parte inferior, formando una caja dividida en cuatro compartimientos (fig. 79); la suponemos vista por debajo.

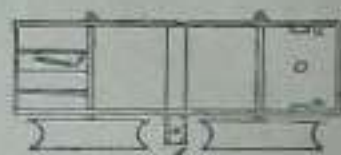


Fig. 79.

En la parte media de los compartimientos extremos hay dos salientes cilíndricos *a* de pequeña longitud, y en el fondo un taladro, por donde pasa un tornillo, que tiene la cabeza plana y de forma rectangular; esto no se ve en el de la izquierda, por suponer colocadas en este compartimiento las dos piezas de hierro que se



Fig. 80.



Fig. 81.



Fig. 82.

adhieren al cable. Éstas tienen la forma representada en *A* y *B* (figuras 80, 81, 82 y 83); la primera es una vista de la *A* por la parte exterior y la segunda por la interior, donde se ve un rebajo de pequeña profundidad, limitado por las líneas *b b*, y en éste hay otro comprendido entre *c c*, que atraviesa todo el espesor de la placa, siendo éste el sitio ocupado por el tornillo que sujeta las piezas á la caja. La cabeza de dicho tornillo se aloja en el hueco rectangular *d d*.

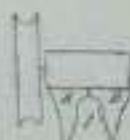


Fig. 83.

La fig. 82 representa la otra pieza *B*, que tiene un hueco cilíndrico *c* en la cara exterior, donde se aloja uno de los salientes *d* de la fig. 79 y en la interior lleva una arista *f*.

Estas dos piezas se colocan en uno de los compartimientos mencionados, cuidando que los salientes cilíndricos penetren en los huecos correspondientes, y de haber puesto antes el tornillo en los rebajos mencionados; al pasar éste por el orificio del fondo, se sujeta a la caja con una tuerca por la parte superior, quedando fijas dichas piezas en su correspondiente compartimiento.

El hierro al que se suspende la vasija que lleva el mineral se une al cojinete (figs. 79 y 84) por el muñón *h*, que penetra en el manguito *g*, provisto de un agujero en la parte superior. Este se corresponde con el estrechamiento del muñón, introduciéndose un tornillo por dicho taladro hasta llegar a dicho estrechamiento y podrá oscilar el hierro, pero no se saldrá del manguito.



Fig. 84.

Cuando el cojinete se halla sobre el cable, se apoya por las cuatro piezas colocadas en los dos compartimientos extremos, y poniéndose las aristas *f* entre los torones, impiden el resbalamiento.



Fig. 85.

En otros cojinetes de la misma línea, las dos piezas que hemos dicho se colocaban en los compartimientos extremos, están reemplazadas por una sola, que viene a tener la forma de las dos unidas (fig. 85), es cilíndrica por debajo para colocarse en el cable y tiene una cola en la parte superior, que encaja perfectamente en el compartimiento, por la que se sujeta al cojinete con un pasador y en sus caras lleva rebajos donde se alojan unos salientes de aquel, para que una vez colocada, no tenga movimiento alguno.

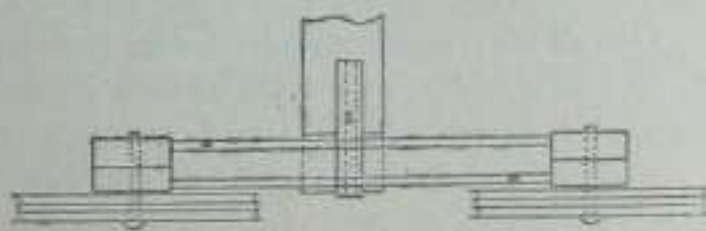


Fig. 86.

Los caballetes son de la forma ordinaria; pero en vez de poleas sencillas tienen balancines con dos poleas cada uno, para que apoye el cable y disminuir algo la flexión.

Estos balancines (figs. 86 y 87) están formados por dos piezas de hierro *a* unidas por los ejes de las poleas y giran alrededor de otro *b*, que pasa por su medio.

Estas tienen tres gargantas; por la central, que es un poco más elevada que las otras dos, pasa el cable y por éstas los bordes de las piezas que se fijan al cojinete.

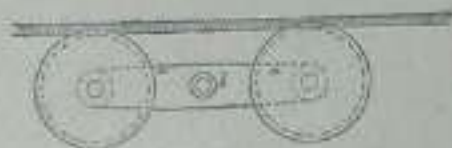


Fig. 87.

La disposición de las estaciones es la misma que en las líneas anteriormente descritas.

Próxima a ésta hay otra, que se diferencia de ella en que los caballetes no tienen balancines, sino poleas, siendo iguales los cojinetes, etc.

## SISTEMA BLEICHERT-OTTO

Este sistema consiste en dos cables fijos que van de una a otra estación, los extremos están sujetos en una de ellas y en la otra sostienen unos contrapesos para darles la tensión conveniente, aunque ésta podría darse también poniendo contrapesos en los dos. Estos cables son los carriles por donde marchan las poleas de los cojinetes que sostienen las cajas, recibiendo éstas su movimiento de un cable sin fin móvil, que pasa por poleas convenientemente colocadas en dichas estaciones. Las cargadas marchan por uno de los cables fijos, las vacías por el otro, y tanto éstos como el móvil, se apoyan en caballetes colocados entre las estaciones.

Uno de los transportes aéreos más importantes de la zona minera de *Somorrostro*, es el de la *Demasia San Antonio*, que lleva el mineral de hierro a la estación de *Ortuella*.

Esta línea tiene una longitud de 1.729 m., y está dividida en dos secciones unidas por una estación intermedia, situada en el ángulo que forman las dos alineaciones. La primera, que comprende desde la estación de carga a la del ángulo, tiene una longitud de 700 metros, está en rampa hasta el túnel por donde pasa, y desde éste a la última estación citada, en pendiente de 7 por 100, próximamente.





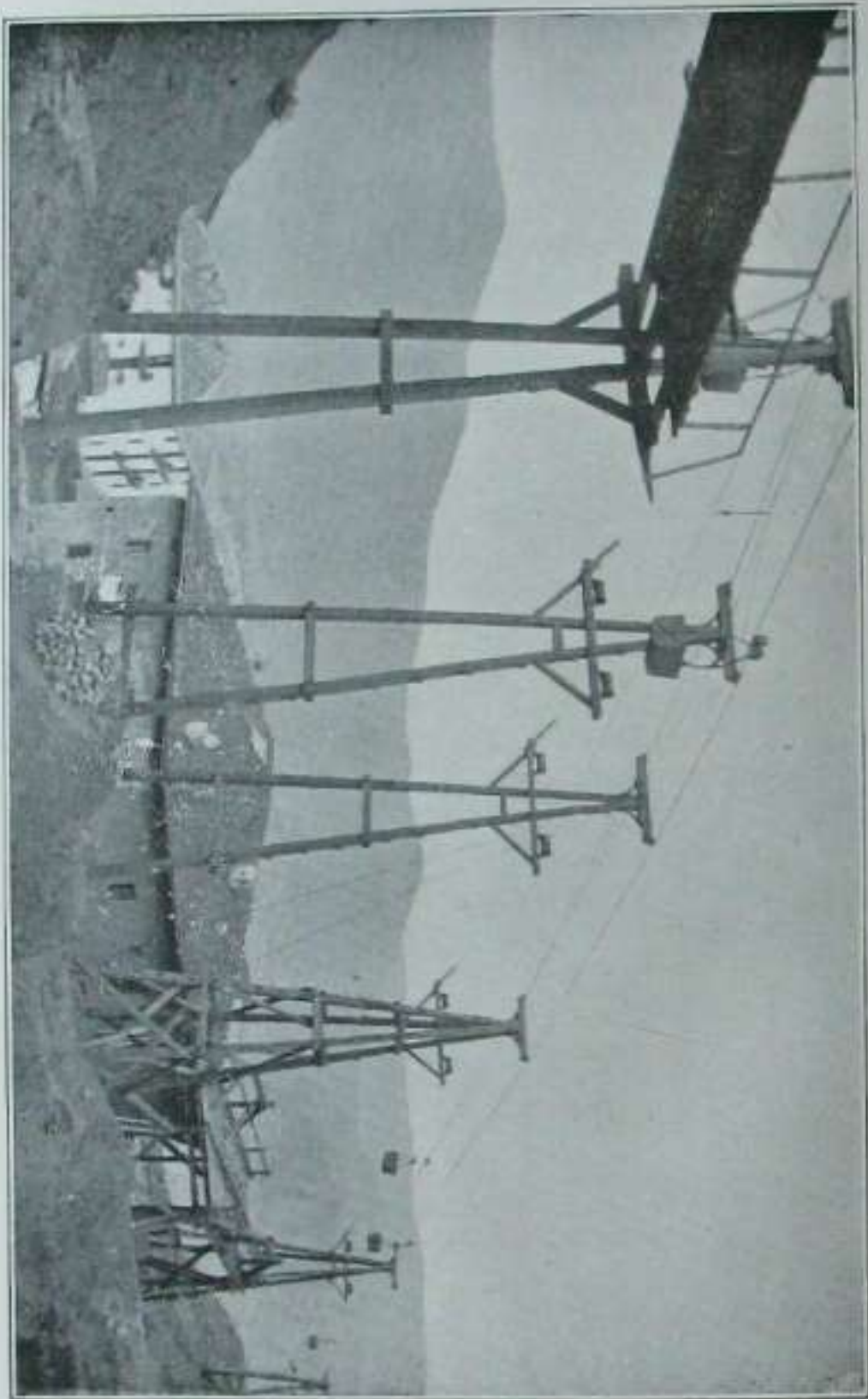


FIGURA 89.

La segunda sección une la estación del ángulo con la de descarga, y es de 1.029 m, con una pendiente media de 12,50 por 100.

Los caballetes tienen una forma análoga á los que hemos visto al hablar del sistema Hodgson, algunos son más sencillos, constan de dos montantes inclinados (fig. 88), unidos por piezas horizontales; todos tienen una traviesa en la parte superior, provista en sus extremos de pequeños cojinetes, donde se apoyan los cables fijos, y un poco más bajo otra, en cuyos extremos hay unos rodillos por donde pasa el cable móvil. Los caballetes están á unos 35 m. generalmente, siendo la distancia máxima 70 y su altura, máxima también, 22.



FIG. 88.

El cable por donde marchan las cajas ó baldes cargados, tiene 38 mm. de diámetro y costó á 7,10 pesetas el metro; el correspondiente á los vacíos es de 28 mm. de diámetro y costó 4,20 pesetas el metro. Tanto uno como otro están fijos en la estación de carga, pasan por unas poleas en la del ángulo, y sostienen unos contrapesos para darles la tensión conveniente.

Con objeto de aumentar su duración, los corren un poco con frecuencia, para variar los puntos de apoyo sobre los caballetes, consiguiendo de este modo que el cable de las cajas llenas, en servicio bastante tiempo cuando visitamos la instalación, pudiera continuar, con algunas reparaciones, otros cuatro años; el de las vacías llevaba cuatro y estaba en muy buen estado.

El cable móvil pasa por una polea de cambio situada en la estación de carga, y apoyándose en los rodillos de que hemos hablado, llega á la situada en el ángulo, donde pasa por una de las dos gargantas de una polea, de ésta va á otra próxima, sigue á la segunda garganta de la primera y vuelve á la estación de carga; está provisto de topes colocados á 43 m. unos de otros, y tienen la forma indicada en la fig. 88, que en la localidad llaman estrellas. Para fijarlas al cable, se destuerce éste en el punto donde se han de colocar, cortan el alma y hacen que cada brazo de la estrella pase por entre dos torones, ocupando el núcleo central el sitio de la parte de alma cortada. Cuando el cable principia á deteriorarse en los puntos donde se han fijado las estrellas, se cambian de sitio.

Este cable tiene 20 mm. de diámetro y costó á 2,10 pesetas el metro.

La polea de cambio y los cables carriles están situados en la estación de carga de la manera ordinaria. Cuando llegan las cajas vacías, marchan por unas barras carriles, que hay colocadas paralelamente á los muros que sostienen el depósito de mineral; en estos hay 16 boquillas provistas de su compuerta, iguales á las que describiremos al hablar de la *Demasta Ser*, por las que cae el mineral á las cajas; pero si se desea que éstas vayan de la barra-carril de llegada á la de salida, pasando solamente por delante de algunas boquillas, se pone otra barra-carril de forma circular, que vaya de una á otra de las anteriores, y por ella pasan las cajas.

Una vez cargadas, se colocan cerca del cable, dos obreros las empujan para que sean transportadas á la estación del ángulo, enganchándose al pasar la primera estrella del cable móvil, que avisa su proximidad haciendo sonar una campanilla.

En la estación del ángulo, el cable móvil de la segunda sección pasa por dos poleas, una con tres y otra con cuatro gargantas, entra en la inferior de ésta, y cruzándose, va á la inferior de la primera polea, y así va de una á otra, pasando por todas las gargantas, hasta salir de la que tiene cuatro, llega á la estación de descarga y vuelve á la del ángulo. Una combinación de ruedas dentadas y piñones sirve para transmitir el movimiento de una sección á la otra, marchando las dos con la misma velocidad. Otra serie de engranajes pone en movimiento un regulador de paletas para moderar la marcha, y por último, la polea de tres gargantas está provista de dos frenos de cinta.

Los cables fijos se hallan dispuestos como hemos dicho, y la disposición de la línea, caballetes, etc., pueden verse en la fig. 89.

La estación de descarga está construída como aparece en las figuras 90 y 91; cada una representa una parte de dicha estación.

El número de obreros empleados en el transporte, suele llegar á 10 en la estación de carga, siete en la del ángulo y 12 en la de descarga, siendo 3,25 pesetas el jornal medio.

Marcha ordinariamente con una velocidad de 108 m. por minuto; las cajas llevan 450 kg., así que el número de toneladas transportadas al día varía de 400 á 450, habiendo llegado alguna vez á 650, y durante el año 1895 á 142.000, resultando generalmente la tonelada transportada á unos 0,40 pesetas, ó sea á 0,23 pesetas tonelada y kilómetro, no teniendo en cuenta el interés y amortización del

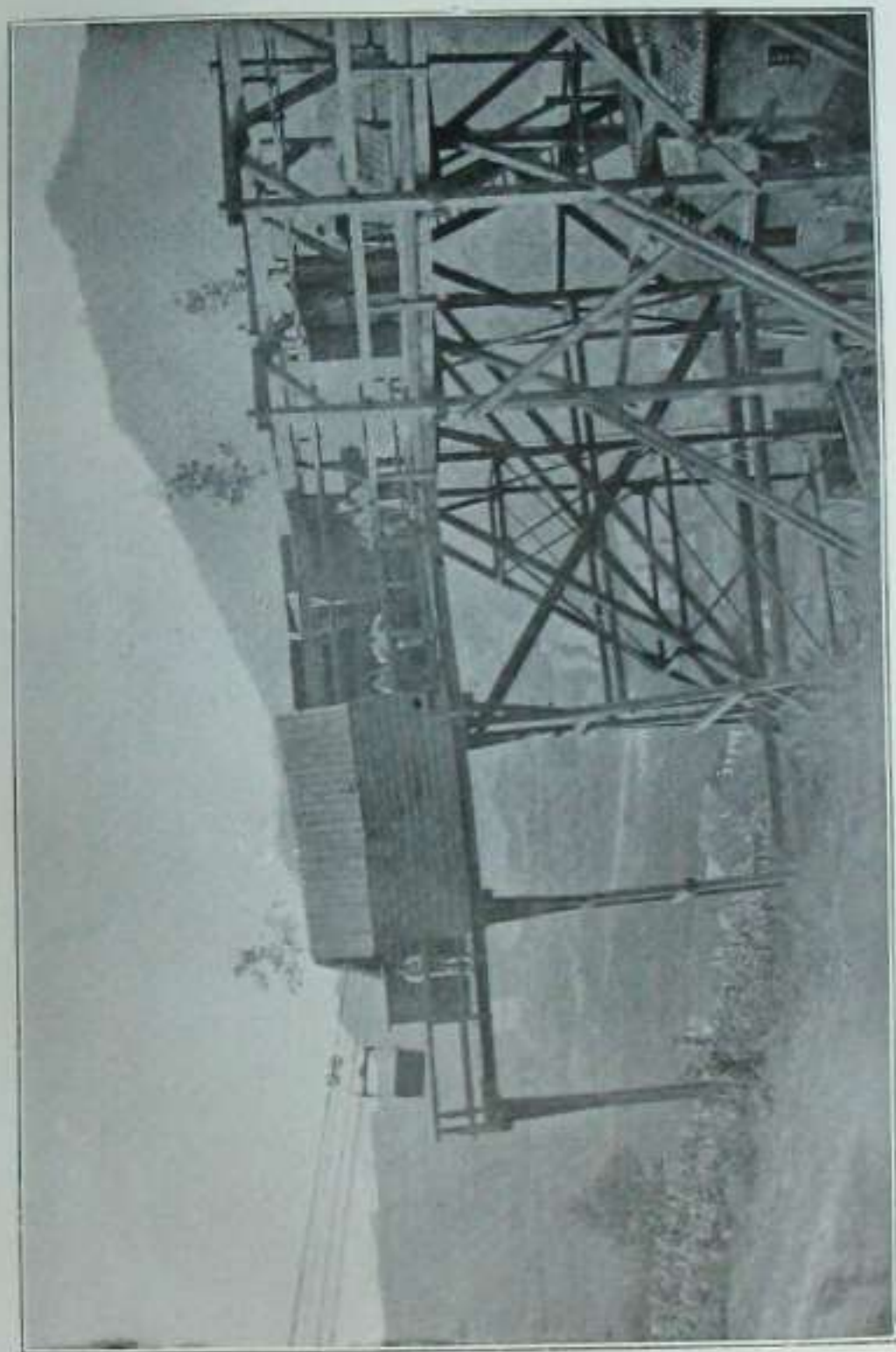


FIGURA 90.



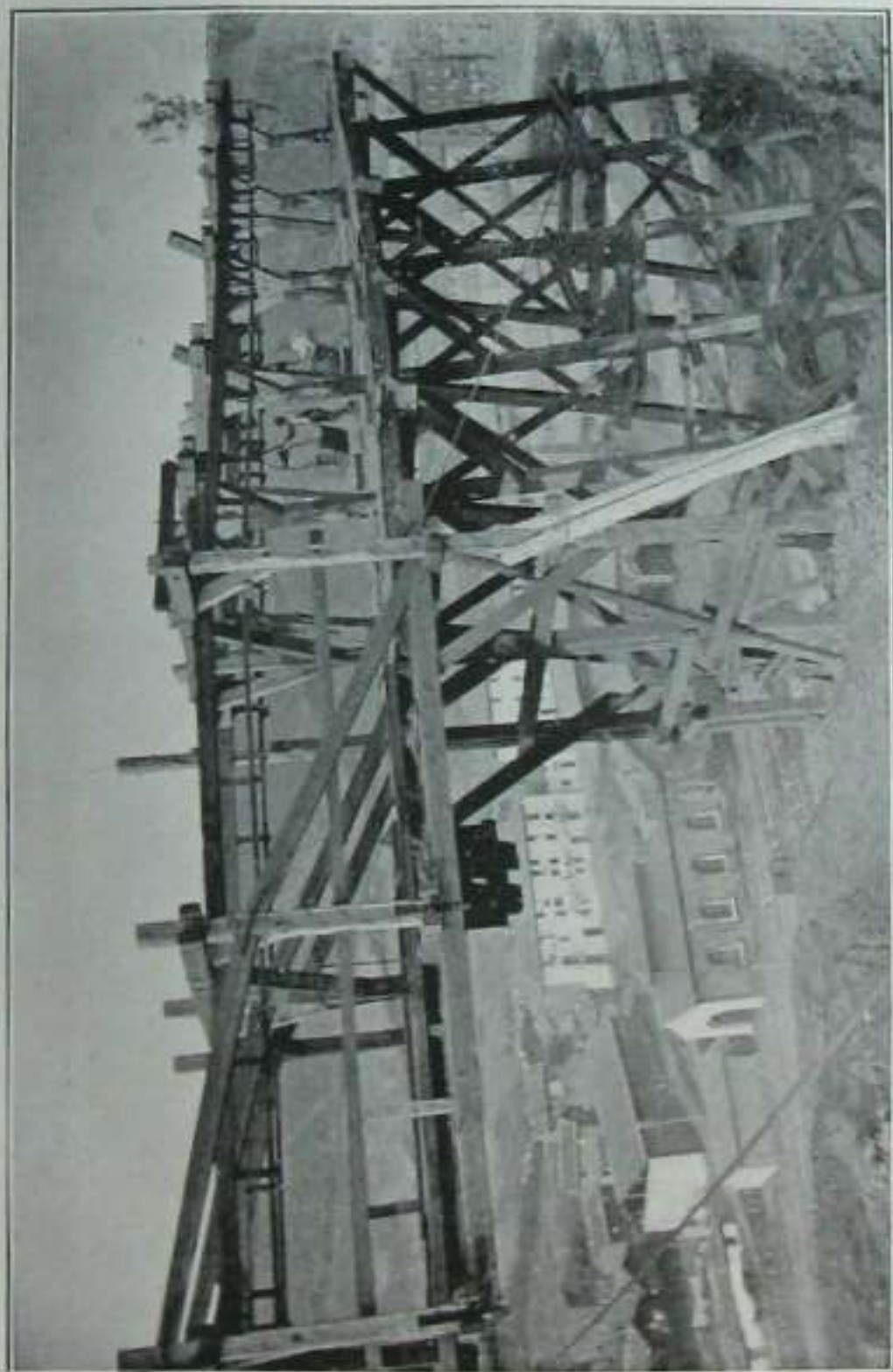


FIGURA 91



capital invertido en la instalación que, puesta en disposición de funcionar, costó 155.000 pesetas. Las reparaciones anuales ascienden, por término medio, á 14.400 pesetas.

*Tranvía aéreo de Quirós.*—Otro medio de transporte del mismo sistema hay instalado en *Quirós* (Asturias), que lleva el mineral de hierro desde Llamargones (estación de carga) á la de la Vega, que es la de descarga. Esta línea tiene 1.600 m., la pendiente máxima de 33 por 100 y la media de 17,50.

Los caballetes son, unos de madera, otros de hierro y están colocados á 40 ó 50 m. entre sí, llegando la mayor á 118; la altura es variable, según las necesidades, siendo 27 m. la máxima.

Los cables fijos están amarrados á la estación de carga y se mantienen extendidos por los contrapesos que sostienen en la de descarga; por uno de aquellos marchan las cajas cargadas y por el otro las vacías, teniendo el primero 33 mm. de diámetro; colocado al pie de la instalación costó á 5,25 pesetas el metro. El segundo tiene 28 mm. de diámetro y salió á 3,90 pesetas el metro, comprendidos también todos los gastos.

Aunque en este tranvía no hay cambios de dirección, los hay de inclinación, y las zapatas colocadas en la traviesa superior de los caballetes situados en dichos cambios, tienen unas abrazaderas que cogen á los cables y les impiden elevarse, permitiéndoles al mismo tiempo un pequeño movimiento longitudinal; en muchos caballetes intermedios los cables quedan más altos que ellos, y solamente les sirven de apoyo cuando se aproximan las cajas ó pasan sobre ellos, en cuyo caso descienden los cables, se apoyan en las referidas zapatas y vuelven á elevarse cuando se han alejado las cajas.

Con objeto de atenuar el deterioro que sufren los cables en los puntos de apoyo, todos los años los corren un par de metros, y consiguen de este modo un transporte de 250 á 300.000 toneladas, conservándolos en buen estado.

El cable móvil, que costó á 1,27 pesetas metro, tiene un diámetro de 16 mm., está formado por un alma de cáñamo de 6 mm. y 6 torones de 7 hilos cada uno. Está provisto de topes colocados á 81,50 m. de distancia, en los que se enganchan las cajas, y como en estos puntos se deteriora mucho, los corren cada tres meses, con lo cual consiguen dar á dicho cable una capacidad de transporte de 225.000 toneladas.



Como dijimos, al hablar de la instalación anterior, la actual se halla formada por un cable sin fin, que en la estación de descarga pasa por la garganta de una polea de 2,25 m. de diámetro, montada en un bastidor móvil, que por un contrapeso se le hace avanzar ó retroceder, hasta dar á dicho cable la tensión conveniente; en la de carga pasa por la garganta de una polea de gran diámetro, después va á la de otra más pequeña, para volver á la segunda garganta de la primera polea y continuar á la estación de descarga. Para aumentar la adherencia se cruza el cable entre las citadas poleas.

En el eje donde está colocada la de dos gargantas, hay otras dos poleas de 1,20 m. de diámetro, donde actúan los frenos de cinta, provistos de piezas de madera, y como esto no es suficiente para moderar la velocidad, una serie de engranajes, perfectamente combinados, mueven un regulador de paletas colocado en una caja de palastro, donde se puede echar agua, si la resistencia del aire no es suficiente.

En un principio actuaban los frenos con tal fuerza que el calor desarrollado por el rozamiento llegó á quemar las citadas piezas y corrigieron esto casi en absoluto, colocando un tubo con numerosos agujeros pequeños en las llantas de las poleas, por los que se establece una corriente de aire que enfría al tubo.

El sistema de enganche, tanto en este tranvía como en el anterior, es el debido á

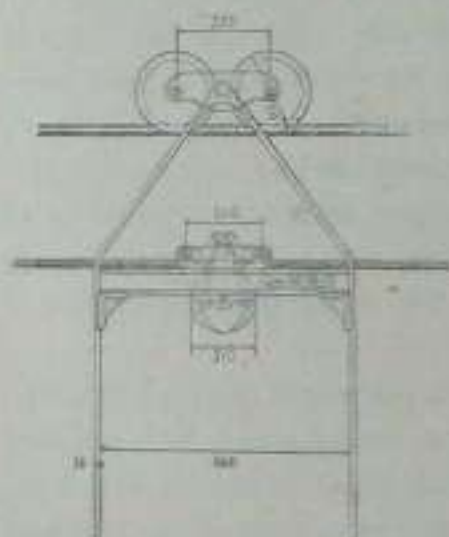


FIG. 92.



FIG. 93.

Otto, del que dan idea las figs. 92 y 93, y no nos ocupamos de él por estar descrito en varias obras.

Las cajas tienen una capacidad para 200 kg. de mineral próximamente.

La velocidad del cable es de 76 m. por minuto en marcha ordinaria, lo que da lugar á un transporte de unas 110 toneladas en diez horas. Con facilidad se han llegado



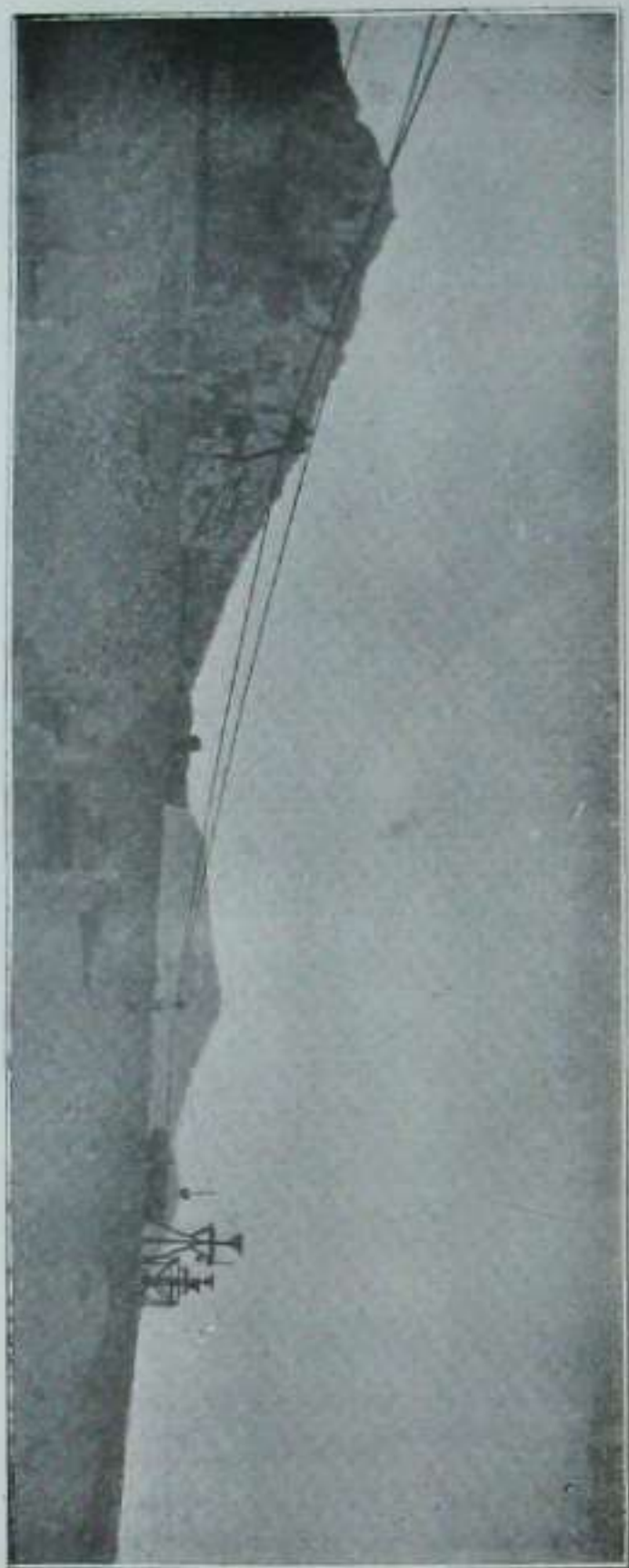


FIGURE 91

a transportar en esta línea 150 en doce horas. En la estación de carga hay un frenero, un cargador, y otro para enganchar las cajas, y en la de descarga dos solamente, uno para vaciar y otro para engancharlas. El precio de transporte por tonelada, teniendo en cuenta el servicio del cable y reparaciones, es de unas 0,20 pesetas.

El coste de la instalación fué:

	<i>Pesetas.</i>
Cables y caballetes . . . . .	61.707,92
Estación de carga . . . . .	22.967,19
"    de descarga . . . . .	20.567,68
TOTAL . . . . .	105.242,79

ó sea unas 65.777 pesetas por kilómetro.

El gasto debido á las reparaciones, durante el último año, ha sido de unos 0,15 pesetas por tonelada, para un transporte de 20.000.

La Sociedad *Franco-Belga* tiene otro tranvía aéreo de este sistema (fig. 94); pero el enganche de las cajas se hace por los discos de fricción debidos á Otto, que se aplican cuando la pendiente no pasa de  $\frac{1}{4}$ .

*Demasia Ser.*—El transporte aéreo de esta *Demasia* es del sistema Bleichert, tiene, por lo tanto, la misma disposición que los anteriores; la longitud es de 1.352 m., con una pendiente media que se aproxima al 8 por 100; el cable tiene 66 manguitos ó topes para el enganche de las cajas.

Los caballetes son de la misma forma que los de la *Demasia San Antonio*.

La estación de carga está bajo una bóveda de mampostería, sobre la que se echa el mineral que viene de la mina; en los muros hay unas aberturas provistas de boquillas como en la *Demasia San Antonio*, por donde cae el mineral á las cajas. Dichas boquillas son de palastro (fig. 95), debajo hay una palanca que gira alrededor de un eje, tiene un contrapeso en un extremo y en el otro una anilla; en este brazo hay una placa de palastro que abre ó cierra la abertura del muro, según el sentido en que un obrero haga girar la palanca.



Fig. 95.

Como aquel es bastante grueso, las aberturas forman pequeños tubos donde se detiene el mineral, y obliga á que los obreros, pro-

vistos de largas barras, estén constantemente moviéndolo para llenar las cajas, lo que no sucede en la *Demasía San Antonio*.

En la estación de descarga, que está próxima á la de Ortuella, se vierte el mineral sobre un piso, debajo del cual hay vías por donde entran los vagones vacíos.

Por esta línea suelen transportarse 400 toneladas diarias; el máximo ha llegado á 550, con cajas que llevan 270 kg. de mineral.

La descripción del enganche se puede ver en varias obras de Laboreo de minas, por lo que no nos ocupamos de él.

Posteriormente, el arquitecto Sr. Palacio, ha ideado un medio de transporte aéreo que, si bien tiene analogía con los conocidos en cuanto á su disposición general, varía en sus detalles.

Primero hizo un ensayo poniendo unos caballetes formados por dos fuertes montantes unidos en la parte superior por un travesero, viniendo á tener el caballete la forma de un trapecio; del punto medio de dichos traveseros pendían unas varillas de hierro que sostenían una barra de doble *T* colocada con el alma horizontal y al medio de la que venían á unirse los extremos de las varillas de suspensión; las tablas ó cabezas de dichas barras servían de carriles á las ruedas que soportaban el peso de las cajas, marchando las cargadas por una y las vacías por otra. Como varía constantemente la flexión de las barras por las posiciones sucesivas de las cajas, se alabearon aquellas y la testura fibrosa se transformó en cristalina y ocasionó bien pronto la rotura de dichas barras; por cuya razón se

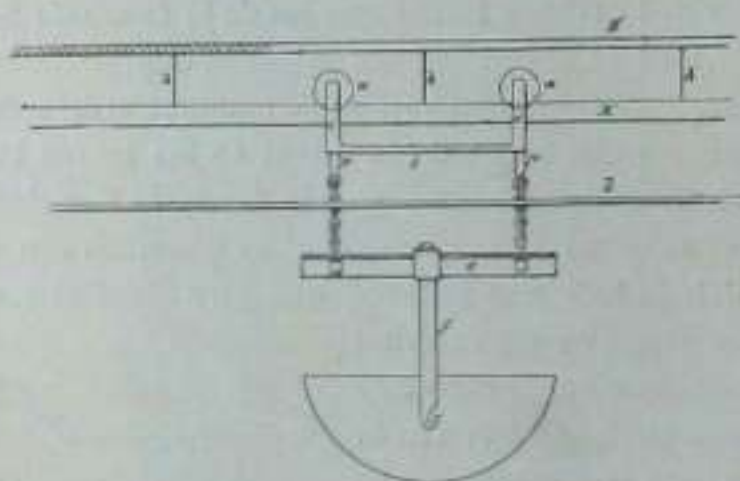


FIG. 96.

vió en la necesidad de modificarlo.

Este sistema modificado é instalado en la mina *Pobre*, propiedad del Sr. Ruiz de Velasco, consiste en dos cables fijos *g* (figuras 96 y 97), sostenidos por caballetes, unos de hierro y otros de madera, como los descritos en el primer ensayo; sobre los traveseros hay unos coji-

tenidos por caballetes, unos de hierro y otros de madera, como los descritos en el primer ensayo; sobre los traveseros hay unos coji-

netes donde se apoya el cable, de éste se cuelgan unas varillas *h*, terminadas superiormente en gancho y en filete en la parte inferior. Estas varillas sostienen unas viguetas *k* de doble T, colocadas horizontalmente, provistas de taladros practicados á 1,50 m. de distancia, por donde pasan los filetes de las varillas que se atornillan por debajo y quedan suspendidas las viguetas. Algunas de aquéllas no terminan en filete, y después de pasar su extremo por el orificio de la vigueta, se le dan unos golpes para doblarlo en ángulo recto.

Un cable sin fin móvil *b* transporta las cajas de una estación á otra, pasando por poleas de cambio.

El aparato para el transporte de las cajas consiste en dos pares de ruedas *a*, que, marchando sobre las cabezas de las viguetas, giran en igual número de ejes sujetos á los brazos *c* de dos hierros doblados en U, que están á una distancia invariable, mediante una barra *l* terminada en horquilla.

En el punto medio de la U hay un orificio, por donde pasa un tornillo, que sujeta las dos ramas de la horquilla y termina en gancho, del que se suspende una cadena, que, atravesando el cable móvil *b*, su último eslabón queda entre dos hierros *e* en ángulo y los tres son atravesados por un pasador; en estos hierros se apoya el *f* terminado en dos ganchos, para sostener los muñones de la caja.

Las dos barras en ángulo están á una distancia invariable mediante una placa de hierro rebalonada á ellas.

Esta vía tiene dos alineaciones y en el ángulo que forman, hay dos grandes poleas con los ejes convenientemente inclinados, pasando por una el cable de las cajas vacías y por la otra el de las cargadas. Las viguetas tienen la misma curvatura que las poleas y están suspendidas de unas piezas fuertes de madera, sólidamente empujadas en unos machones de mampostería, á los cuales están sujetas también las que sostienen los ejes de las poleas.

*Estación de carga.*—Esta no es otra cosa que la continuación de la vía, en cuyo extremo hay una polea por donde pasa el cable móvil; las vasijas vacías dan la vuelta y toman la vía de las cargadas. Difiere de las descritas en los casos anteriores, porque en éstas, las vasijas vacías se separan del cable, para llevarlas á los puntos donde se cargan y ser transportadas después á la línea para ponerlas en movi-



Fig. 97.

miento, mientras que en este sistema es preciso cargarlas estando en marcha, por no poderse separar. Por esto, en dicha estación, ó mejor dicho, trozo de línea donde se encuentra el mineral que se ha de transportar, se coloca una fila de obreros que van echándolo en la caja á medida que pasa por delante de ellos; cuando llega al final, da la vuelta y pasa otra vez delante de los mismos, concluyen de llenarla y continúa su marcha hasta la estación de descarga.

Esta (fig. 98) forma con la línea un ángulo algo mayor que un recto y tiene en su vértice dos poleas, por donde pasa el cable móvil; los ejes están convenientemente inclinados, y se apoyan por la parte superior en fuertes maderos empotrados en machones de mampostería, como en el ángulo anteriormente descrito. Después hay unos montantes clavados en el suelo, consolidados en la parte alta por traveseros y largueros, á los que se han fijado unas pequeñas llantas terminadas en ángulo recto, que sostienen las viguetas-carriles. Al final de la estación hay una polea por donde pasa el cable móvil y dichas viguetas tienen, en este cambio de dirección, la misma curvatura que la polea.

Hay fijo á uno de los montantes un trozo de cable, que tiene un gancho en su extremo; un muchacho lo pone en el borde anterior de la caja, y ésta, en su marcha, se ve obligada á girar alrededor de los muñones; da una vuelta, se vierte el mineral que contiene, se desengancha al mismo tiempo y continúa su marcha, pasando por la polea de cambio, para volver á la estación de carga.

Los cables fijos van desde el caballete más próximo á la estación, á un pozo convenientemente ensanchado en su fondo, donde se han fijado unos trozos de carriles, á los cuales están atados los extremos de dichos cables.

Como esta instalación se ha hecho para ensayo, el autor ha puesto voluntariamente algunas dificultades, como un ángulo muy agudo, sin ser necesario para el transporte, puesto que podía haberse hecho directamente desde la estación de carga á la de descarga, hubiera sido más corto el trayecto, menores, por lo tanto, los gastos de instalación, menores también los rozamientos, la máquina que la mueve de menor potencia y, por consiguiente, más económico el transporte por tonelada.

También ha puesto en la estación de carga algunas viguetas-carriles, que no son rectas, sino formando sinuosidades por donde

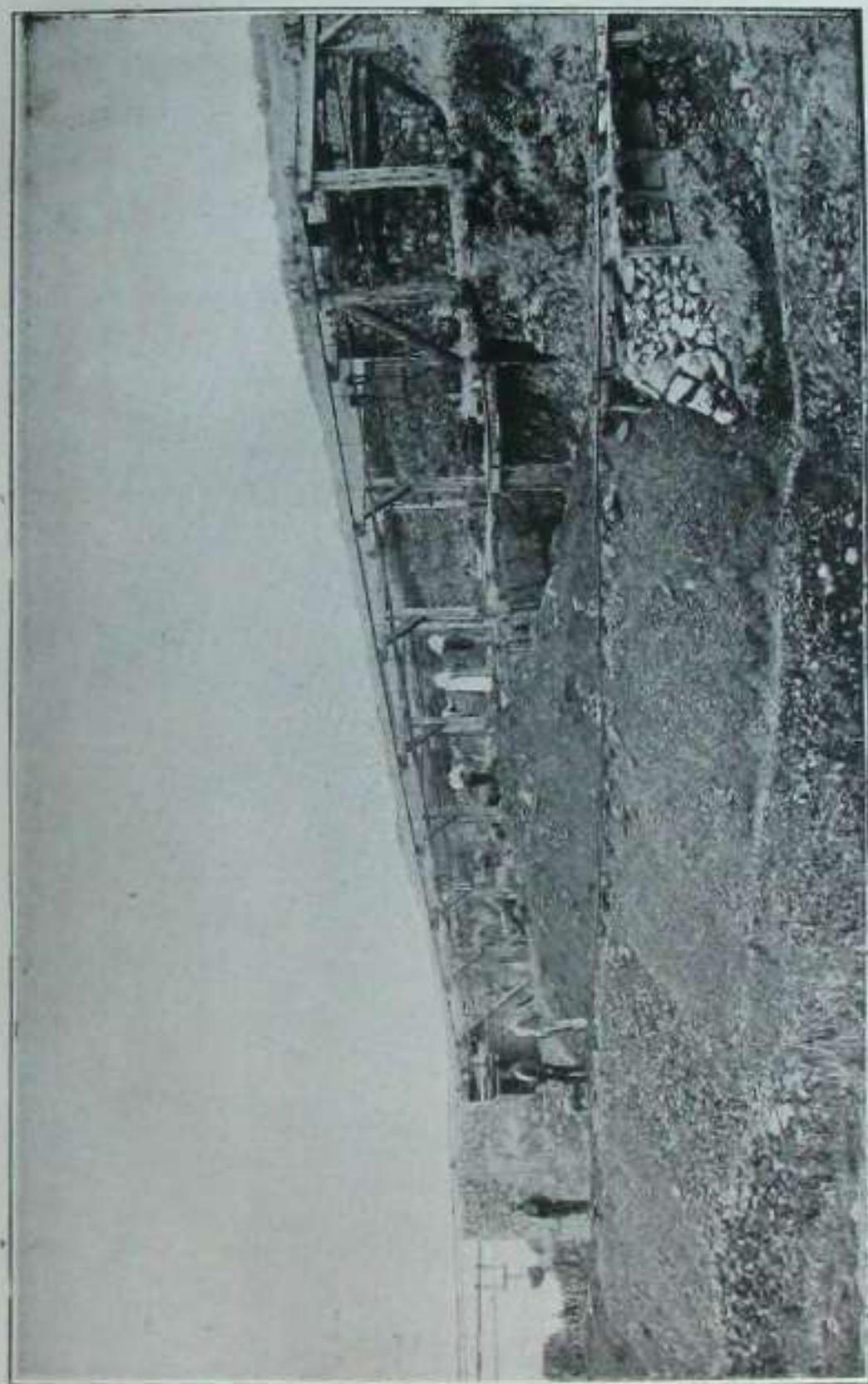


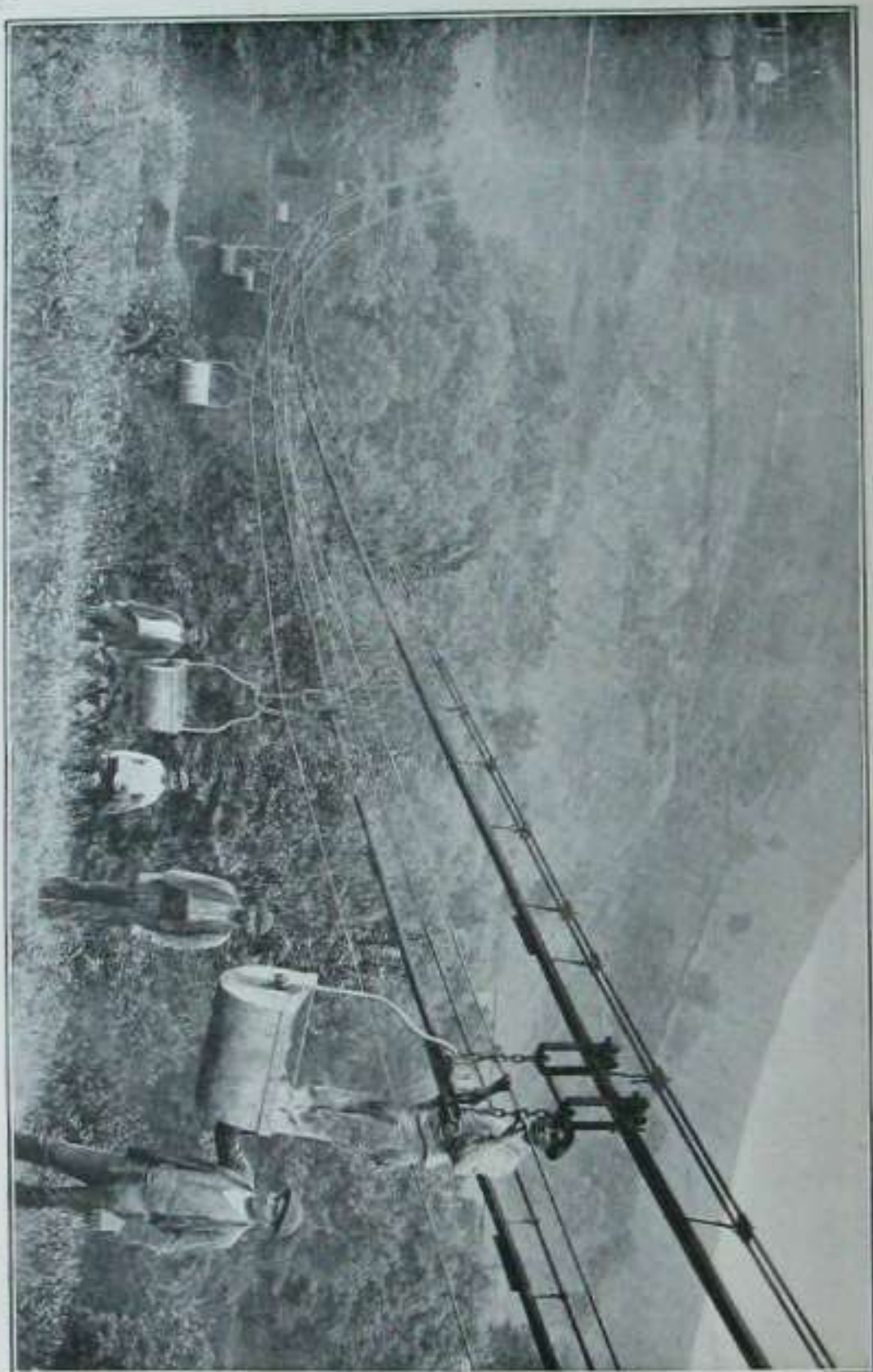
FIGURA 98







FIGURE 99.



pasan las ruedas que sostienen las cajas, sin que haya descarrilamiento.

Nosotros la hemos visto marchar con una velocidad de seis kilómetros por hora; pero según el autor, puede llegar á 10.

La distancia entre las cajas es de 24 m., la que hay entre los caballetes es variable; la máxima, según el Sr. Palacio, puede llegar á 1.000 m.; la que nosotros hemos visto, y representa la fig. 99, es de 416; en ella se ve la catenaria, y apenas es perceptible á la izquierda, en la parte superior, un caballete que está próximo al ángulo.

Esta línea tiene dos pendientes, una de 38 y otra de 40 por 100.

La vasija vacía y demás accesorios, pesan 65 kg.; su capacidad es para 300; en diez horas de trabajo se pueden transportar 750 toneladas y aun llegar á 1.000, según el autor.

Las viguetas de doble T, que sirven de carriles, se unen unas á otras por medio de bridas ó eclisas; pesan seis kilogramos por metro y su coste por kilómetro sale á unas 2.000 pesetas.

Aunque no estaba constituida todavía la Sociedad que había de explotar este sistema, cuando visitamos la instalación, y, por consiguiente, no se había fijado precio, puede calcularse que costará unas 36.000 pesetas el kilómetro.

Habiendo observado el Sr. Palacio que el cable móvil se deterioraba y rompía fácilmente por los puntos donde lo atravesaban las

cadenas que sostenían las cajas, ha ideado el siguiente medio de enganche. Dos placas pequeñas, *a* y *b*, (figs. 100 y 101) cogen al cable *d*, uniéndose por los tornillos *c*; tienen además un orificio en la parte superior y otro en la inferior, donde están engancha-



FIG. 101.

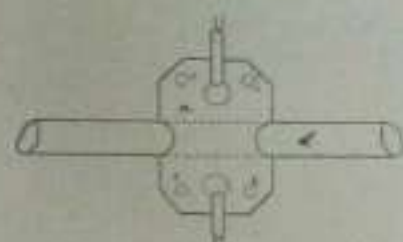


FIG. 100.

dos los trozos de cadena. Entre el cable y dichas placas se coloca otra muy fina de cobre, y apretados los tornillos, ejercen la presión suficiente para impedir el resbalamiento.

Otra modificación ha sido suprimir dos de las cuatro ruedecillas que marchan por las viguetas; las dos que deja, van una por cada tabla, quedando, por consiguiente, suprimido también un hierro en U, el terminado en horquillas y una de las cadenas.

Estas modificaciones son tan recientes, que no están en las figuras ni en los fotograbados.

Acompañados del autor vimos la instalación que, como ensayo, había construido, y estuvo marchando algunos minutos sin dificultad. Sin embargo, creemos que debe verse definitivamente instalado y en marcha constante, puesto que, en nuestro concepto, no basta con un primer ensayo para apreciar las ventajas é inconvenientes que indudablemente tiene, si se compara con los demás sistemas conocidos.

Ya hemos indicado las dos modificaciones que recientemente ha hecho, y no dudamos, conociendo su laboriosidad é inteligencia, que introducirá las que aconseje la práctica, para que su medio de transporte sea útil á los mineros.

## CARGADEROS

Muchas de las vías descritas y otras que sería prolijo enumerar, terminan en las generales de comunicación, en rías, bahías ó ensenadas, donde las Sociedades tienen sus cargaderos. Los construídos en las rías son perpendiculares á la corriente, excepto los de Galdames, que son paralelos, todos tienen una tolva entre los carriles, donde se vierte el mineral y de ésta pasa á una canal ó vertedera, por donde resbala hasta caer en el barco. Para esto es necesario que el piso del cargadero esté á bastante altura sobre el nivel de las más altas mareas, con objeto de dar á la vertedera, en cualquier momento, la inclinación conveniente. En Bilbao suele variar esta altura de 6 á 10 metros.

Algunos cargaderos tienen un tubo de telescopio en vez de vertedera.

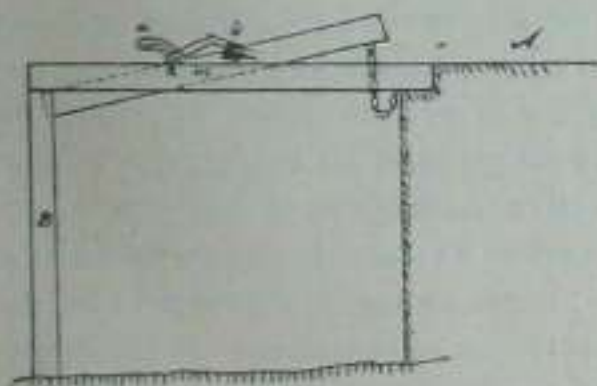


Fig. 102.

En *Orbó* se deposita el carbón en dos muelles, para transbordarlo á los vagones del ferrocarril del Norte. Á lo largo de uno de



Fig. 103.

ellos hay una serie de montantes *B*, convenientemente separados, donde se apoyan los extremos de los largueros que sostienen unas plataformas giratorias excéntricas (fig. 102 y 103), cuyo extremo más distante de su eje *c*, está unido por cadenas á dichos largueros. Entre los carriles de las referidas plataformas, hay una palanca

angular de la forma representada en  $a b$ , que gira alrededor de  $e$ .

Para hacer el transbordo se colocan debajo los vagones del Norte, se hace avanzar al de carbón por el muelle, y cuando llega á la plataforma, el primer eje tropieza con el brazo  $a$  de la palanca (fig. 102), gira ésta levantándose el  $b$ , y toma la posición indicada en la fig. 103, en cuyo caso, el segundo eje del vagón se coloca debajo de este brazo tomando la posición  $o$ ; el peso hace girar la plataforma el ángulo limitado por la longitud de las cadenas, y se vacía el vagón por la parte anterior, sin poder avanzar, por impedirlo el brazo  $b$ . Al retirar aquél, el segundo eje sale de dicho brazo, el primero tropieza con él, gira la palanca y vuelve otra vez á tomar la posición primitiva, quedando en disposición de que vuelva otro vagón cargado.

El eje de la plataforma debe ser bastante excéntrico, de tal manera, que no gire por el peso del vagón, sino que necesite además un pequeño esfuerzo de los obreros; de lo contrario, se deterioran mucho los ejes de la palanca y de los vagones.

Cuando la carga en los del Norte se hace con carbón depositado en los muelles, cuesta de 0,45 á 0,50 pesetas la tonelada, y si se verifica con el que viene directamente de las minas, no llega á 0,20; pues en este caso no hay que verterlo en los muelles y después cargarlo en los vagones de la mina para llevarlos á la plataforma, sino que directamente van á ésta.

*Reocín.*—Los cargaderos de *Reocín* están formados por una fuerte armadura de madera con un piso, donde hay dos vías: una por donde van los vagones cargados y la otra por donde se retiran los vacíos, las cuales se unen en la proximidad del basculador. Este es del tipo ordinario, sólo que la circunferencia no es completa y á los extremos del arco están unidos los de un trozo de cadena articulada, que engrana con un piñón movido por un torno; debajo del basculador hay una tolva y á continuación un tubo inclinado de telescopio, pudiendo variar su inclinación, según convenga, por medio de una prensa hidráulica.

Para descargar los vagones, se separan de los trenes, se les conduce á una báscula, donde se pesan, y después al basculador; el mineral cae á la tolva y de ésta al tubo de bajada hasta el barco. Descargado el vagón, se le hace marchar por otra vía, donde se van reuniendo para cargarlos de carbón y formar el tren, que ha de ser





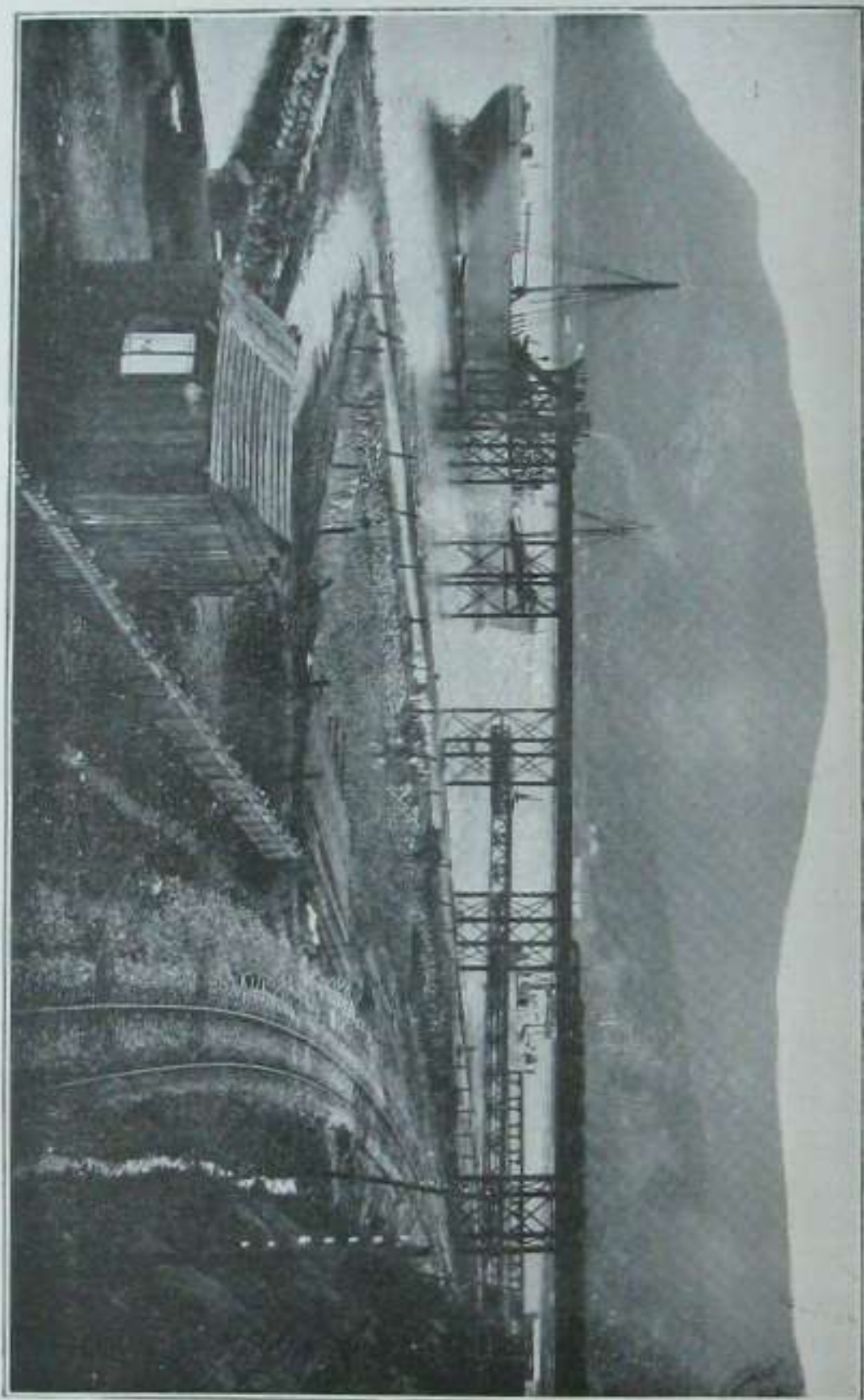


FIGURE 101

arrastrado por las máquinas, cuando vuelven del cargadero á las minas.

Aprovechando el desnivel que hay entre la vía y el muelle, han construido una gran habitación, que sirve de depósito, donde se vierten las blendas ó el mineral calcinado, llegando los vagones á volcadores colocados en el piso superior.

En el inferior, que está al nivel del muelle, hay unas puertas por las que se saca el mineral para cargarlo en los barcos.

*Astillero.*—De los cargaderos que hemos visto en las inmediaciones de Santander, el mejor y de mas importancia es el construido por D. José Mac-Lennán en el *Astillero* (fig. 104).

Los apoyos son entramados verticales de hierro, que sostienen un piso formado por largueros y traveseros consolidados por cruces de San Andrés. El último apoyo se ha fijado á una base construída con bloques y cemento hidráulico, reforzada por los dos lados con fuertes pilotes. En dicho piso hay dos vías á distinto nivel, como se ve en el corte dado por el primer apoyo, que es de fábrica (fig. 105); estas vías tienen pendientes de equilibrio en sentido contrario y concurren al extremo del cargadero, donde hay solamente una, que termina en el basculador, debajo del cual está la tolva y la vertedera, que puede tomar la inclinación que se desea por una cabria. Los trenes que llegan de los lavaderos, se detienen al llegar al cargadero, se descomponen y los vagones marchan solos por la vía superior hasta el basculador, donde se vacían; una vez descargados, se les hace tomar la vía inferior y marchando solos por la pendiente que tiene, van á reunirse á una pequeña distancia para no embarazar las maniobras, se enganchan y quedan formados los trenes, que vuelven á los lavaderos.

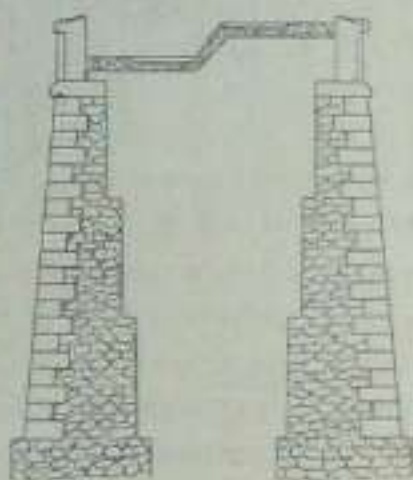


FIG. 105.

Este cargadero ha sido construído con esmero y está perfectamente conservado.

*Setares.*—Hemos dicho que una parte del mineral, que traen los vagones por el mayor de los planos inclinados, se deja caer por un

pozo y de éste va á unos depósitos; otra parte baja por un plano inclinado á otro sitio, de donde se toma para cargar los barcos. Cada uno de estos grandes depósitos tiene debajo una bóveda provista de compuertas, por donde se cargan los vagones, que, entrando vacíos por un extremo, salen cargados por el otro. La vía que enlazaba el cargadero con algunos de los depósitos, no estaba apoyada en el suelo por existir un tajo bastante elevado, donde los desprendimientos han sido mayores en la parte inferior, presentando un perfil cóncavo hacia el mar; por lo cual, empotraron un extremo de las traviesas en la roca y el otro estaba suspendido de un hierro que se había fijado en la parte superior á dicha roca. Hoy los extremos de las traviesas no empotrados están fijos á unas carreras sostenidas por pies derechos clavados en el suelo.

El cargadero (figs. 106 y 107) tiene 61,90 m. de largo, 5 de ancho y tres vías; se apoya en piezas de arrabio empotradas en una

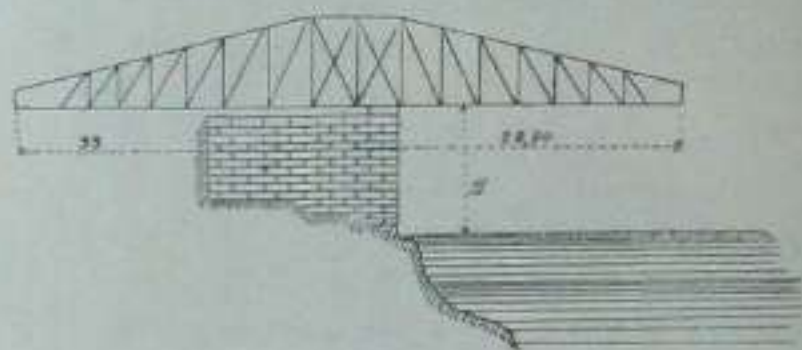


Figura 106

fuerte pilastra, y uno de sus extremos está perfectamente sujeto y apuntalado á la roca para impedir que pueda bascular; el otro está á una altura de 11 m. sobre las más altas mareas.



Fig. 107

En el extremo libre hay una tolva, donde descargan los vagones, cayendo el mineral á una vertedera articulada al bastidor por un extremo, y por el otro á unas cadenas que, pasando por poleas colocadas en la parte superior, van á parar á un torno que, girando en uno ú otro sentido, da á la vertedera la inclinación conveniente.

Este cargadero pesa 174 toneladas; por él se embarcarán fácilmente en doce horas 3,000, pues en siete han llegado á cargarse 2,158.

Durante el año 1895 se embarcaron 250.460 toneladas.

*Décido.*—El cargadero que había fué destruído por el mar, y encargaron el actual á Bélgica; es de la misma forma que el de *Setares*, anteriormente construído, pero de mayores dimensiones (figs. 108 y 109), tiene dos pisos y una longitud de 94 m. por seis de ancho. Descansa en un soporte cilíndrico, comprendido entre fuertes piezas de hierro, unidas á los largueros y otras de arrabio empotradas en la pilastra



Fig. 108. que sostiene dicho cargadero.

Tiene dos vías en cada piso, y como el de *Setares*, uno de los extremos está

perfectamente sujeto y apuntalado á la roca para que no pueda bascular; en el otro hay dos tolvas superpuestas, correspondiendo una á

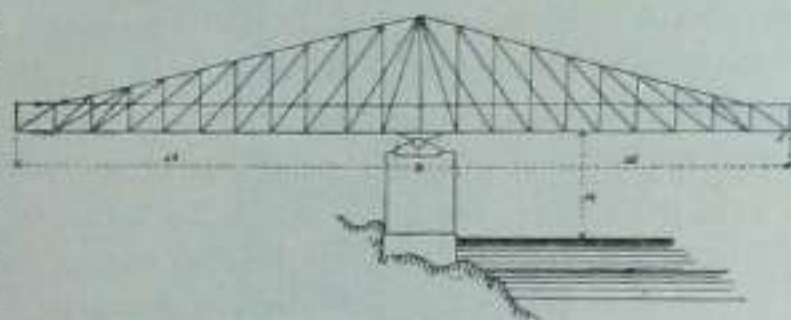


Fig. 109.

cada piso, por las que cae el mineral á la vertedera, apoyada por uno de los extremos en un eje con dos ruedas (fig. 110), que marchan por carriles algo inclinados y fijos á los largueros del cargadero por los hierros *a*; el otro extremo está suspendido de cadenas que, después de pasar por unas poleas, se arrollan á un torno. Cuando se quiere poner la vertedera en la posición conveniente para cargar los barcos, se van desarrollando las cadenas, las ruedas marchan por los carriles hasta que avancen lo necesario, se echan los frenos á dichas ruedas y se continúa haciendo girar al torno, para que la vertedera tome la inclinación conveniente.



Fig. 110.

La altura sobre las más altas mareas es de 14 m.; su peso, de 300 toneladas; costó unas 400.000 pesetas; se cargan con facilidad 200 toneladas por hora, y tratan de llegar á 2.000 en seis horas.

*Triano.*—Estos cargaderos son varios, convenientemente separados, para poder maniobrar los barcos sin tropezarse, pudiéndose cargar en diez horas más de 6.000 toneladas.

*Orconera.*—Los cargaderos de esta Sociedad son también normales á la ría, pero no conviniéndole elevar los terraplenes de las vías, sólo quedó una distancia de 6 m. entre los carriles y las más altas mareas, por lo cual Mr. Gill se vió en la precisión de idear un medio de embarque para una altura menor que la ordinaria, y lo consiguió, sustituyendo la vertedera por un tubo de telescopio.

Los cargaderos están contruidos de fuertes entramados de madera que sostienen un castillete y un piso, á cuyo extremo hay articulado un tablero móvil, formado por un bastidor de hierro, que soporta un piso de madera y la vía. Dicho piso falta en el extremo, correspondiendo este hueco á una tolva y al tubo de telescopio, sostenido por dos gruesas cadenas que, pasando por poleas, una á cada lado, van á otras de gran diámetro que hay en el castillete. Además, para abrir ó cerrar el telescopio, tiene éste en su parte inferior dos puertas que se manejan desde el piso por medio de otras cadenas. El referido bastidor tiene una barandilla y dos de los balaustres de cada lado se prolongan después de atravesar el pasamanos, para sostener una tabla, donde se colocan los obreros que descargan el vagón, como se ve en la fig. 111. También hay fijas á su extremo unas cadenas que se arrollan á poleas situadas en la parte superior del castillete; entre ellas y en el mismo eje hay una rueda dentada, que se mueve por un tornillo sin fin, y éste gira por medio de cadenas que desde el piso mueven los obreros.

En los extremos del eje de la rueda dentada, hay otras dos poleas, por donde pasan unas cadenas que sostienen contrapesos, para facilitar la rotación del bastidor, que se levanta al aproximarse un barco, (fig. 112) hasta quedar en la posición conveniente; después se baja dicho bastidor y se cierran las puertas del tubo.

Los vagones del terraplén, empujados por dos obreros, llegan á una pendiente de equilibrio, por donde marchan al bastidor, descargándose por el fondo, con auxilio de barras para que caiga el mineral al tubo. Se baja éste, moderando el descenso con un freno, hasta que su extremo esté próximo al fondo de la bodega, en cuyo caso, se abren las puertas y cae el mineral, sin producir deterioro en el barco. Se vuelve á subir el tubo, con el auxilio de los contrapesos, ciérranse las puertas para cargarlo y se repite esta maniobra, hasta que el fondo del barco tenga una capa de mineral suficiente, para que no se deteriore, cuando se deja caer desde el vagón,

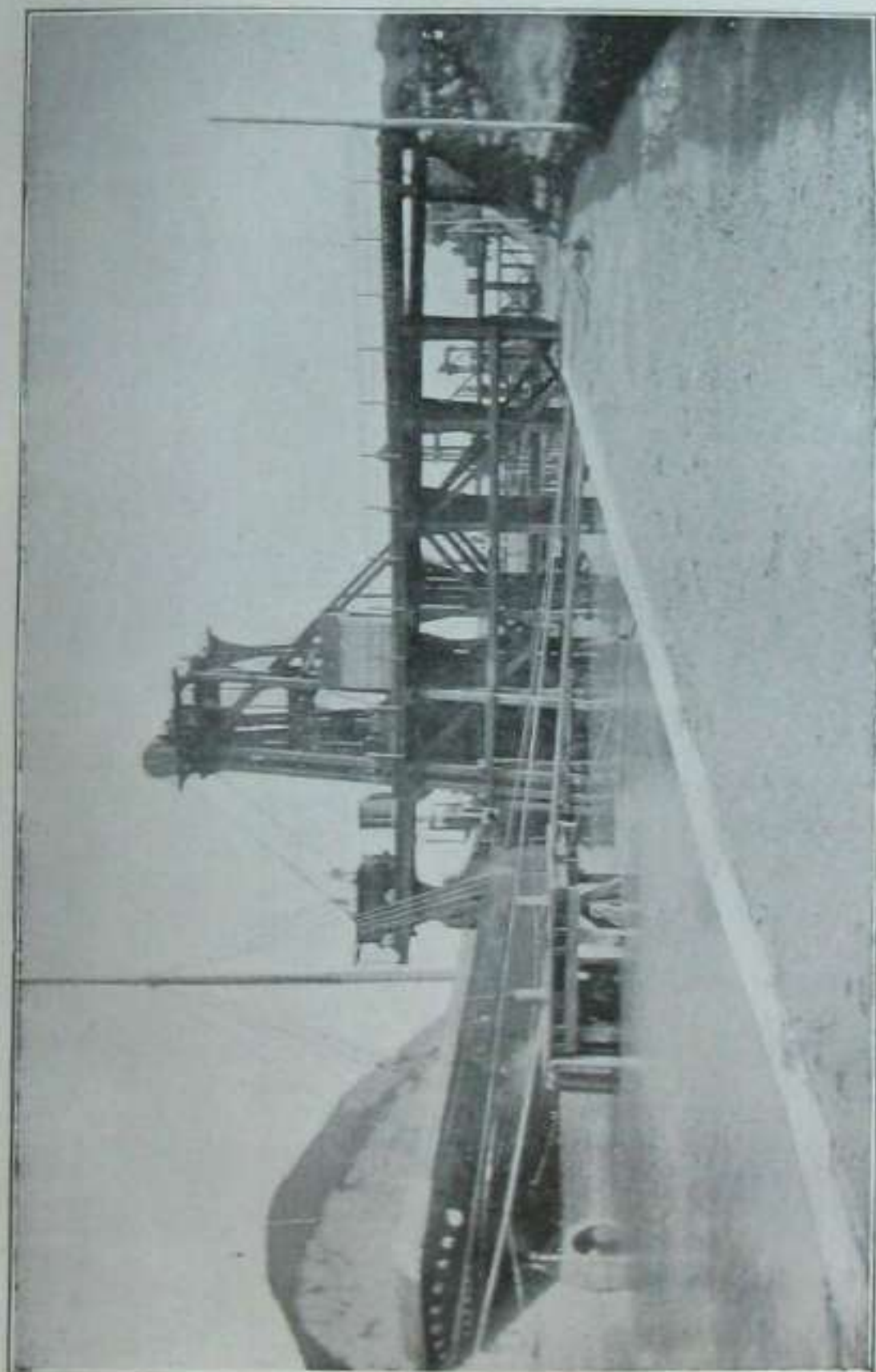


FIGURE III.



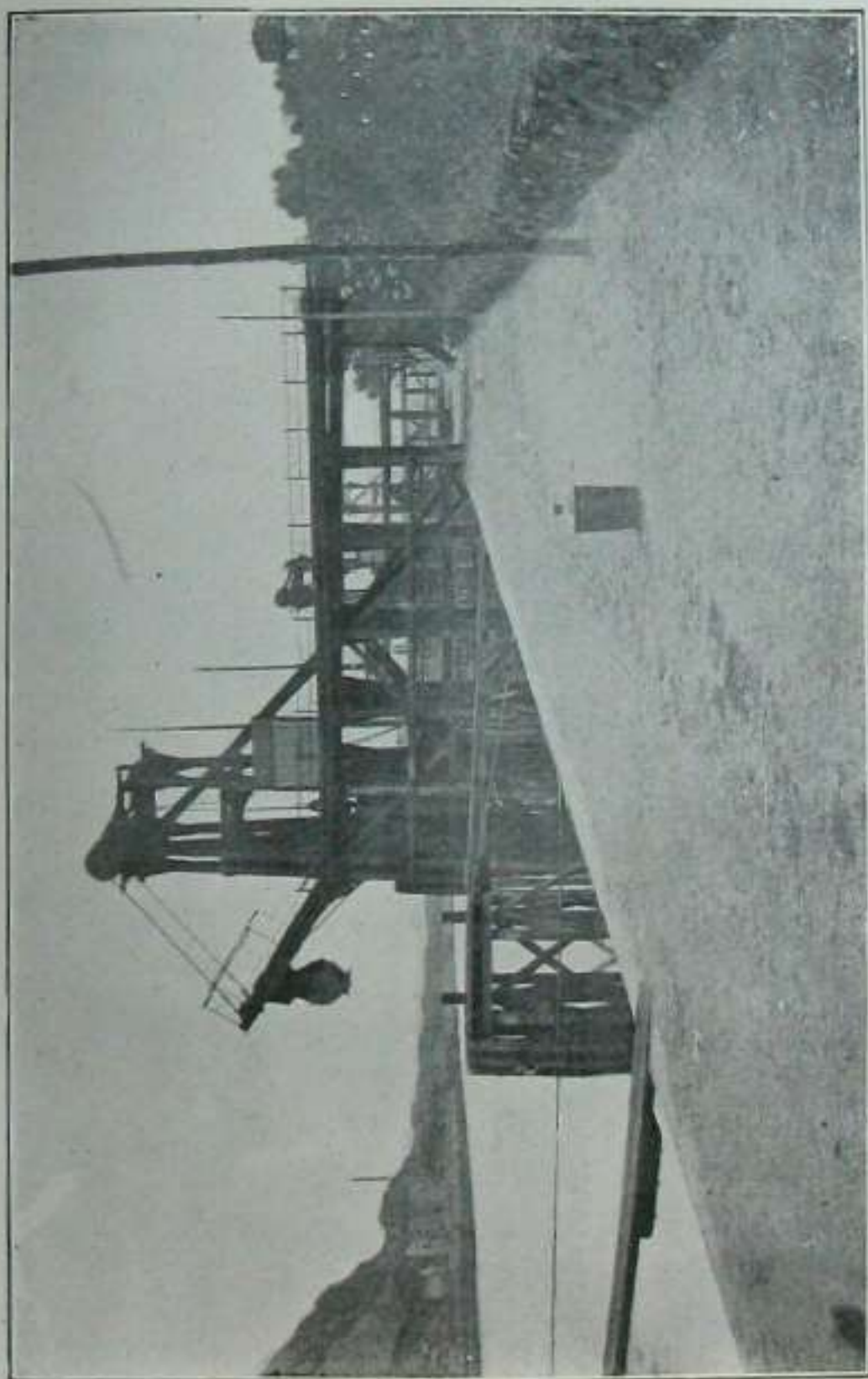


FIGURA 116.







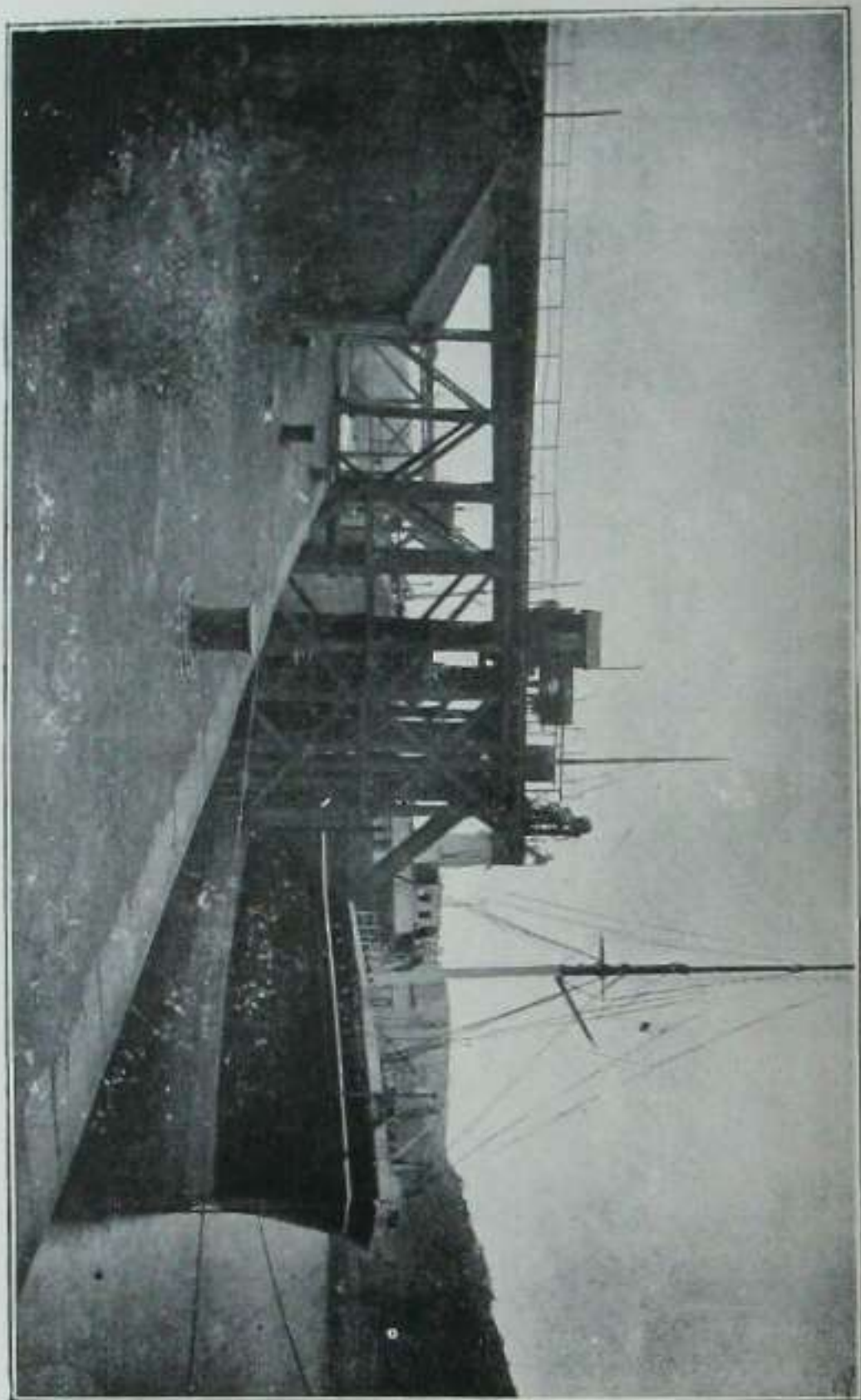
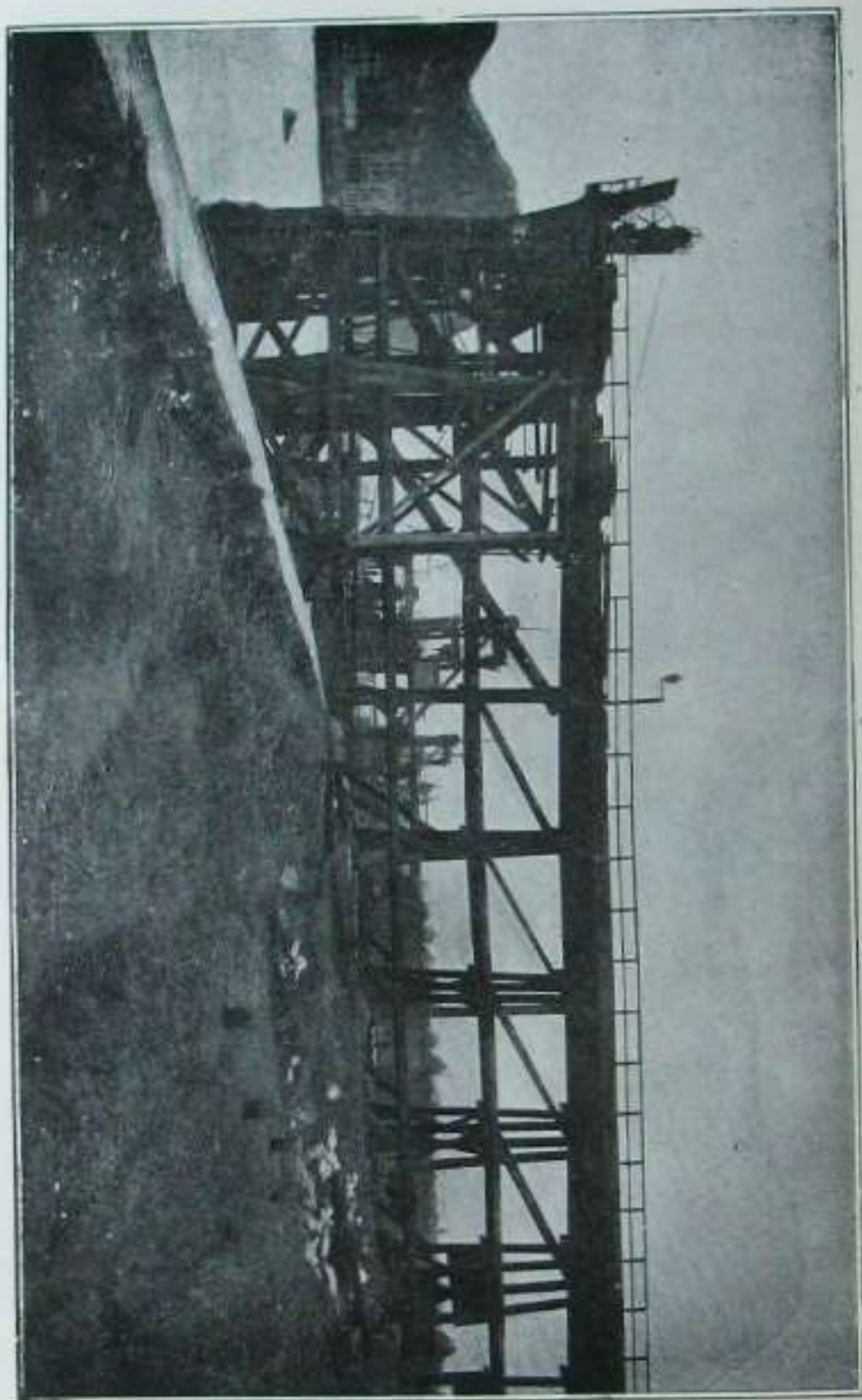


FIGURE 113.



FIGURE 115.



Descargados los vehículos, son conducidos á otra vía situada en el talud del terraplén, por donde marchan solos y se reúnen para formar un tren al principiarse una contrapendiente.

Las agujas que hay en el cargadero están dispuestas de tal modo, que dejan siempre libre la vía por donde marchan los vagones vacíos.

El mayor número de toneladas que se pueden transbordar en trece horas, por uno de los cargaderos, es 3,017; con los tres á la vez se han llegado á cargar, en doce horas, 5,375 toneladas, no empleándose en cada uno más que seis obreros.

La *Sociedad Franco-Belga* posee tres cargaderos, á los que llegan los vagones por pendientes de equilibrio, pudiendo cargarse en diez horas más de 2,000 toneladas, habiéndose llegado á embarcar alguna vez 1,490 en seis horas (fig. 113).

*Regato.*—Estos cargaderos son de vertedera guiada, para lo cual ésta tiene roblonadas dos piezas de hierro *b*, una á cada lado (fig. 114),

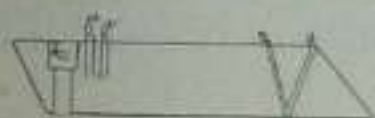


Fig. 114.

que deslizan por hierros en U, fijos á montantes verticales. Se puede subir ó bajar por unas cadenas *a*, que se arrollan á un torno situado en el piso del entramado, y por otras que, pa-

sando por poleas colocadas en la parte superior de un castillete, sostienen contrapesos. En el extremo opuesto se han fijado cuatro cadenas, dos se arrollan á un torno fijo y las restantes pasan por poleas colocadas en dicho castillete sosteniendo contrapesos, que facilitan la maniobra de la vertedera, hasta darle la inclinación conveniente.

Los vagones marchan por una vía con pendiente de equilibrio, á un volcador excéntrico, que se mantiene horizontal por una palanca; cuando llegan, mueven dicha palanca, gira el volcador, se vierte el mineral en una tolva y de ésta cae á la vertedera.

Por estos cargaderos se han embarcado en un año 160.000 toneladas. La fig. 116 da idea de uno con la vertedera levantada para que puedan aproximarse los barcos.

*Cargaderos de Galdamés.*—Son paralelos á la ría, cuatro se hallan unidos por un piso de tablonos sostenido por fuertes entramados de madera, en el que están las vías por donde marchan los vagones á las tolvas para volver después vacíos; el quinto está un poco más separado.



La vertedera (fig. 117) se apoya en un cojinete fijo al bastidor *a* (figs. 116 y 119); al otro extremo están enganchadas las cadenas *b*,

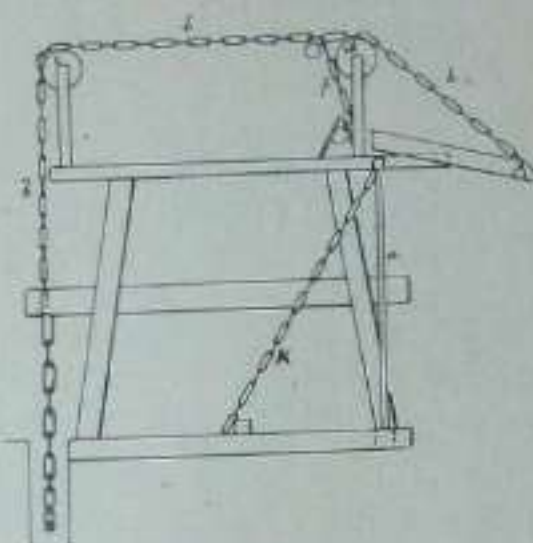


Fig. 116.

de longitud constante (figuras 116 y 118), que, pasando por las poleas *c* y *d*, terminan en una pieza *g*, que tiene varios pesos *P*. Al punto medio de dicha pieza está unida otra cadena *f*, la cual pasa por otras dos poleas situadas a la misma altura de las anteriores y viene a arrollarse a un torno colocado en el piso. En los extremos de la pieza *g*, y en la cara inferior, hay fijas unas gruesas cadenas, que

por el otro extremo lo están a fuertes maderos *h*, clavados al entramado.

El bastidor *a* (figs. 116 y 119), puede girar alrededor de unos muñones colocados en la parte baja de los montantes, para tomar la inclinación que se desee por una cadena *K* fija al montante superior y arrollada a un madero próximo al suelo. Si suponemos que se ha concluido de cargar un barco, hay necesidad de elevar la vertedera, para lo cual se mueve el torno, de tal modo, que se desarrolle la cadena *f*, la pieza *g* descenderá por los pesos *P* y parte del de las cadenas gruesas, y como hemos dicho que las *b* son de longitud constante, el extremo de la vertedera se elevará. Si por el contrario, se va a cargar, se hace girar al torno en el otro sentido, la pieza *g* con los pesos que soporta se elevan y el extremo de la vertedera descende lo necesario, según lo que se le haga girar al torno. Cuando sube ó baja la marea, se puede hacer que la vertedera tome la posición conveniente por medio de aquel.

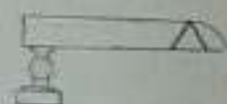


Fig. 117.

En otros no existe el bastidor, sino el travesero donde se apoya la vertedera, los extremos de éste recorren unas guideras fijas a montantes verticales, pudiendo elevarlos a la altura que se desee

por medio de cadenas, el extremo opuesto de la vertedera puede elevarse ó bajarse por otras que, pasando por las poleas colocadas en la parte superior, se arrollan á un torno situado en el suelo.

Con éstos se cargan más de 4,500 toneladas diarias.

*Puerto de Avilés.* — Para cargar los barcos en la dársena de *San Juan de Nieva*, se emplea un

procedimiento completamente distinto de los descritos. Hay instaladas dos potentes grúas, que tienen un peso de 140 toneladas cada



Fig. 117.

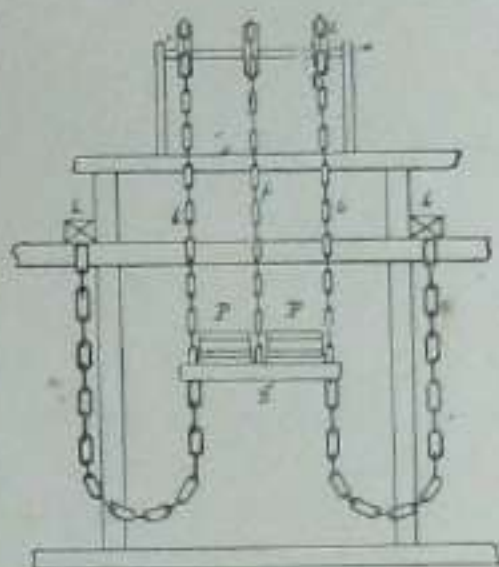


Fig. 118.

una, pueden elevar 40, costaron á 200.000 pesetas y fueron adquiridas en la fábrica *Cowans Sheldon*.

Estas grúas cogen los vagones del ferrocarril del Norte por medio de unas ingeniosísimas cunas, los hacen bascular y los vacían en los barcos atracados á los muelles, verificándose la carga con suma facilidad y rapidez, pues bastan cinco minutos para descargar un vagón; pueden transbordar 1.200 toneladas diarias.

Pertenecen al Sindicato minero y han sido instaladas por el ingeniero D. Carlos Larrañaga, al que se debe una gran parte de la importancia que tiene este puerto, por las mejoras introducidas en él.

Hay otras seis, de cinco toneladas cada una, compradas á los mismos fabricantes, que tienen calderos para transportar el mineral, y, por último, hay otra de Priestman con cuchara. Todas estas grúas son de pórtico, para permitir la libre circulación de trenes. Para el servicio de éstos se han colocado cinco vías á lo largo de los muelles, enlazadas entre sí por cambios y placas giratorias.





## COMBUSTIBLES NATURALES

---

La leña, á consecuencia de su poca potencia calorífica, escasez y elevado precio, se emplea principalmente para encender hornos, desecarlos y otros usos secundarios. La turba y el lignito no tienen aplicación en el Norte de España; la hulla es por excelencia el combustible natural sólido de que se vale la industria siderúrgica en aquella adelantada región.

Á pesar de esto, de nuestro creciente progreso fabril y de ser España un país esencialmente minero, donde todas las especies mineralógicas se encuentran en condiciones excepcionales de abundancia y pureza, no se ha dado aún á la hulla toda la importancia que merece, explotándose sólo la pequeña fracción que ha aparecido á la vista ó que se ha hallado, mediante trabajos de corta importancia, sin emprender, hasta ahora, una investigación ordenada de las cuencas hulleras que no se hallan al descubierto, lo cual sería de grandes y seguros resultados para la industria en general, y para la seguridad de la Patria.

Asturias, sin embargo, tiene la fortuna de ser una de las pocas provincias de España en que se han estudiado las condiciones de yacimiento de sus diversas formaciones utilizables, tanto por distinguidos ingenieros, como por eminentes geólogos nacionales y extranjeros.

La superficie reconocida donde el carbón existe en el Principado, se eleva á más de 300.000 hectáreas, de las cuales 16.147 están demarcadas, y producen, las que se hallan en explotación, cerca de millón y medio de toneladas anuales.

Dichos datos, si bien acusan una producción pequeña, respecto á la de otros distritos extranjeros, manifiestan, sin embargo, una rela-

tiva importancia, pues demuestran que la hulla asturiana representa más de la mitad de la que se produce en España.

La formación carbonífera de aquel rico país, presenta todo género de combustibles fósiles, desde el lignito, que aparece con abundancia al Este, hasta la antracita, que aflora al Oeste. Las hullas, que son las más abundantes, ofrecen caracteres diversos, desde las secas antracitosas, hasta las grasas, con grandes cantidades de materias volátiles.

La cuenca del Rubagón ó del valle de Santullán, en la provincia de Palencia, ofrece abundantes criaderos, que han dado origen á los notables establecimientos de *Barruelo* y *Orbó*, de que luego hablaremos. La leonesa del Bernesga encierra los de *Ciñera*, *Santa Lucía* y otros, que han de ocuparnos.

El ferrocarril hullero de La Robla á Valmaseda, de existencia precaria en la actualidad, cruza importantes formaciones carboníferas: el día que se investiguen y exploten como Sabero, Matallana y otras, han de darle vida y al país considerable beneficio.

## DIVISIÓN Y LAVADO DE LAS HULLAS

Á veces se venden los carbones tal como salen de la mina (*todo-uno*); pero en la generalidad de los casos, como el valor en mercado crece en razón directa del volumen y de la pureza, se someten á la preparación mecánica. Ésta los avalora, es decir, *crea* nuevos rendimientos á la empresa, no sólo por el aumento de precio que adquieren, sino por la disminución de los gastos de transporte en razón de las materias inútiles que se les quita.

La separación de los trozos gruesos (*cribado*), la clasificación y depuración de los pequeños (*menudo*), se practica en diferentes talleres ó lavaderos, por diversos aparatos ó máquinas, de que sucesivamente nos ocuparemos.

## TALLERES ASTURIANOS

La hulla asturiana es, en general, quebradiza y piritosa; hay que descartar los trozos gruesos con gran cuidado, lavar el menudo esmeradamente y depurar el polvo lo necesario, para poder transformarlo después, en aglomerados ó cok metalúrgico.

Una tonelada de *totalino* bruto, contiene sólo 270 á 400 kg. de grueso, separado por el cribado, siendo preciso, por lo tanto, lavar de 730 á 600 kg por unidad.

Cada tonelada de carbón vale á boca mina de 7 á 7,5 pesetas; los gastos de lavado, comprendida amortización, etc., oscilan, según los talleres, entre 0,36 y 0,60 pesetas, de modo que representa, término medio, 7,73 el valor de la tonelada, y como se vende á 8,92 pesetas el menudo lavado, se gana en cada tonelada 1,19 pesetas, poco más ó menos.

En la *Unión Hullera* el lavado de carbones menudos cuesta lo siguiente por tonelada, según datos suministrados por su inteligente Director, Sr. Adaro:

	<u>Pesetas.</u>
Mano de obra. . . . .	0,19
Almacén (efectos). . . . .	0,10
Calderas. . . . .	0,09
Gastos generales. . . . .	0,02
	<hr/>
TOTAL. . . . .	0,40
	<hr/>

De análisis verificados con las hullas asturianas, y que no transcribiremos aquí para abreviar, se desprende que su cohesión crece con la cantidad de oxígeno que contienen y disminuye con la de hidrógeno.

Esta deducción es de la mayor importancia en el proyecto de un taller, pues hace ver, *à priori*, que todos no pueden estar sometidos á los mismos principios, no tratándose de hullas de igual naturaleza.

La base indispensable para la organización y número relativo

de los diversos aparatos que constituyen un lavadero de carbones, es el conocimiento previo de las diversas clases en que, según su tamaño, se fraccione naturalmente la hulla que se trata de dividir y depurar. Este dato debe deducirse con anterioridad y experimentalmente, antes de comenzar el proyecto, teniendo en cuenta que las hullas asturianas, en general, ofrecen del 50 al 60 por 100 de menudo, y que, por lo tanto, el lavado y la depuración ha de extenderse a la mayor parte de la mena.

La clasificación en tamaños exige el mayor cuidado para combinarlos según los diversos calibres que demande el comercio, con objeto de satisfacer las diferentes necesidades de la industria, facilitando de este modo la salida de los productos, al propio tiempo que el más rápido y eficaz lavado, necesario para su depuración, sin la cual, en la casi totalidad de los casos, no alcanza el carbón menudo condiciones mercantiles. Se comprende, por lo tanto, que aunque la generalidad de los lavaderos asturianos presenten un carácter común, puedan diferir y diferan notablemente en la elección de los medios empleados para desarrollar sus operaciones, según las cualidades de las hullas y la necesidad que la empresa tenga de obtener productos de mayor ó menor pureza.

Vamos á citar como ejemplos las instalaciones más notables:

*Taller de Sovilla.*—Este importante establecimiento pertenece á la *Sociedad Hullera Española* que explota las minas de Aller. Se halla ventajosamente situado, próximo al ferrocarril de León á Gijón, á pocos metros de la estación de Ujo y en la confluencia de los ríos Aller y Lena, lo que le asegura una abundante dotación de agua.

El carbón que sale de las excavaciones sufre un calibrado preliminar á boca-mina, en tres cribas rectangulares fijas de 5 m. de largo por 1,20 de ancho y 0,50 de reborde, cuyo fondo lo forman planchas de acero con perforaciones de 50 mm. Compuertas movidas á mano gradúan la cantidad vertida, que de este modo se divide en dos clases. La de mayor tamaño se escoge por obreros al resbalar sobre la plancha, y la otra, ó sea la que pasa por los agujeros, se carga en vagonetas que la conducen al taller.

El carbón llega á éste en trenes arrastrados por locomotoras que ruedan sobre un ferrocarril de 60 centímetros de ancho, más alto que el nivel superior del taller; el contenido de los vagones se vierte en una tolva inferior á la vía, pero superior respecto al lavadero,

desde la cual pasa á un sistema de tres cribas de sacudimientos, llamadas allí *cribos*, formadas con chapa de acero de 5 mm. de espesor y perforadas en sus fondos con agujeros de 100 mm. de diámetro la superior, 45 la intermedia y 15 la inferior.

El conjunto de estas tres cribas se halla suspendido por cuatro péndolas de hierro y movido longitudinalmente por dos bielas, también de hierro, unidas á los codos de un árbol conectado con el general por correas. Este *raetter* de cribas superpuestas, llamado *cribo núm. 1*, alcanza una producción de 1,000 á 1,500 toneladas diarias.

El cribo ó *raetter* da cuatro clases; la mayor de 100 mm., queda sobre la plancha superior y asciende por un plano inclinado móvil, formado de placas de acero articuladas, protegidas por dos pequeños rebordes laterales, á que en el país llaman simplemente *transporte*, y que, en realidad, es una mesa de escogido, rectangular y continua, una especie de tela sin fin inclinada, movida por la polea de cabeza. Á ambos costados se sitúan mujeres (*pizarreras*), que al pasar los trozos por dicho plano inclinado, verifican el escogido, separando la pizarra y dejando la hulla sobre el mismo transporte.

El número de pizarreras varía según la producción; unas veces son ocho y otras doce. Devengan normalmente un jornal de 1,25 pesetas, en doce horas de trabajo.

La clase de 45 á 100 mm., que no ha podido pasar por la plancha de la criba intermedia, asciende, como la anterior, por un transporte, sufre un escogido minucioso por las pizarreras y reuniéndose con la clase anterior, se carga en vagones y va inmediatamente á la venta con el nombre de *cribado*.

La clase tercera, ó sea la de 15 á 45 mm., asciende por un transporte hasta una tolva donde se vierte, pasando después á dos conductos en forma de Y invertida (*pantalones*), que la conducen á dos cribas gemelas denominadas en conjunto, *cribo núm. 2*. Ambas son como las anteriores, de chapa de acero de 5 mm., tienen 1,20 m. de ancho por 2,80 de largo y las perforaciones son de 25 mm. en la de arriba y 15 en la inferior.

El cribo núm. 2 da origen á tres tamaños, uno de 25 á 45 mm., que se llama *galleta* y otro de 15 á 25, denominado *nuez*. El tercero pasa por la placa inferior de 15 mm. se une á la clase 0 á 15, procedente del cribo núm. 1, juntos van á la tolva núm. 2 y por una

noria ascienden á un tromel cilíndrico de 2,50 m. de largo por 1,60 de diámetro y de 10° de inclinación, formado de chapas de acero perforadas con agujeros redondos de 10 mm. Las dos clases que este tromel produce, reciben los nombres de *gurbancillo* la de 10 á 15 mm. y de *menudo* la de 0 á 10.

Los cribos núms. 1 y 2 trabajan en seco; pero el tromel es ayudado en su trabajo por el agua. Una corriente penetra por un tubo paralelo á la generatriz, sale en chorros, mediante perforaciones practicadas en él y deslíe la materia que pudiera adherirse á la superficie; otra, penetrando por su base inferior en sentido contrario, contrarresta el efecto de arrastre excesivamente acelerado que pudiera producir la primera. No habiendo pedidos de tamaño mayor á 100 mm., se ha suprimido posteriormente la plancha de esta perforación, ó sea la primera del cribo núm. 1, reduciendo, por lo tanto,

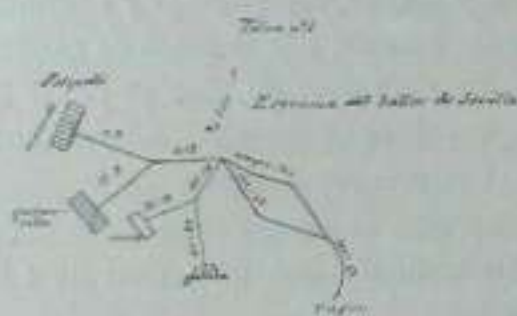


FIG. 120.

en el taller mencionado, cuyo diagrama aparece en la fig. 120.

El *cribado*, de dimensión máxima superior á 45 mm., se vende directamente, quedando las siguientes clases para someterlas al lavado.

Galleta. . . . .	de 45 á 25 mm.	de dimensión máxima.		
Nuez. . . . .	" 25 á 15 "	" "	" "	
Garbancillo. "	15 á 10 "	" "	" "	
Menudo. . . . "	10 á 0 "	" "	" "	

*Lavado.*—Las figs. 121, 122, 123 y 124 presentan la disposición general del taller. El lavado de la galleta se efectúa en cribas metálicas continuas de émbolo lateral de madera, cuya relación respecto á la superficie clasificadora es 1,49. El número de emboladas llega á 45 por minuto y su amplitud es de 25 cm.

Las pizarras salen de la caja ó tina, por compuertas laterales, á un pequeño compartimiento de donde las toma una noria para ver-

terlas en un transportador helizoïdal, que las lleva á la corriente general de pizarras.

La galleta asciende por una noria á la torre de recomposici3n, de que ya hablaremos.

La nuez se lava en dos cribas continuas, análogas á las anterio-

*Corte longitudinal*

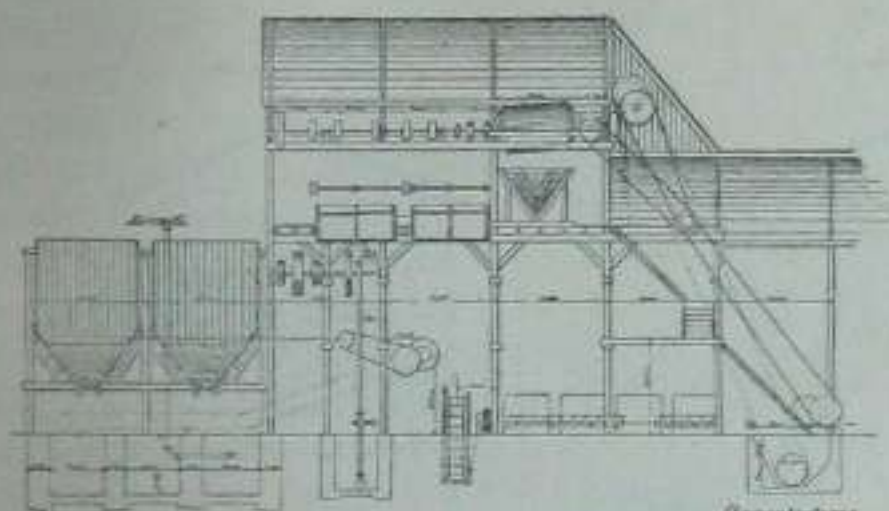


Fig. 121

res, siendo conducida, una vez limpia, por dos helizoïdes arrollados en sentido contrario, para que, al reunirse, carguen la nuez en los canjilones de la noria que ha de elevarla hasta la torre de recomposici3n.

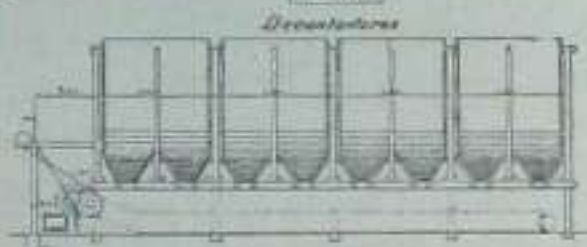


Fig. 122

El garbancillo se concentra en cuatro cribas de émbolo de madera, movidas por palancas de corrida variable. Las pizarras van al canal general por helizoïde, lo mismo que las provenientes de las cribas anteriores. El producto lavado cae en helizoïdes también en cada criba, arrollados dos á dos en sentido contrario para que el producto de las cuatro se reúna y caiga en los canjilones de una noria, que eleva el garbancillo, lo mismo que las clases anteriores, á la torre de recomposici3n.

El menudo, de 10 á 0 mm., desde la salida del tromel, entra en una gran caja de madera, análoga en su forma á los spitzkasten, con tres salidas laterales dispuestas á diversas alturas, correspondientes al tamaño de los dep3sitos que en dicha caja se forman.



Estas aberturas, de forma rectangular, están cerradas por planchas de hierro, que se manejan desde fuera, abriéndolas y cerrándolas por medio de unas palancas. El objeto de estos tres niveles es producir una clasificación *grosso modo*, que es utilísima para la concentración subsiguiente.

#### PREPARACION MECANICA

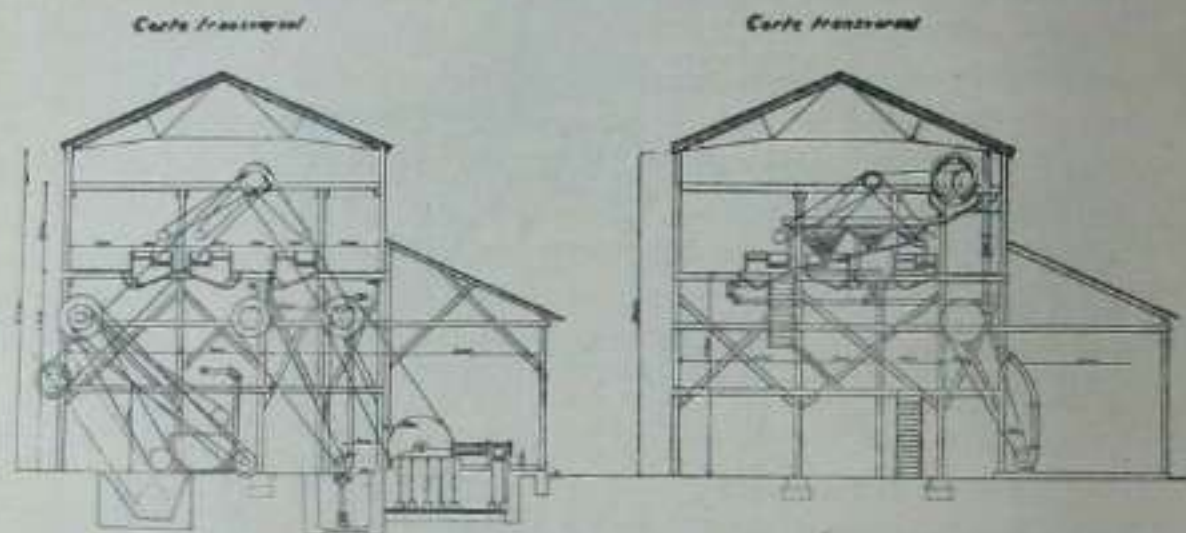


FIG. 123.

FIG. 124.

La materia que sale por la abertura superior va directamente á unas cribas filtrantes de forma análoga á las del *Harz*, acopladas, de 1,80 m. de longitud cada una y que marchan á 144 emboladas por minuto, de 15 mm. de amplitud. Trabajan con fondo ó *cama* de feldespato de 17 á 20 mm. de espesor, sobre plancha de perforaciones cuadradas de 12 mm. de lado. La materia que procede de los demás niveles va á otras cuatro cribas análogas. Las seis que forman el sistema se denominan *cajas*.

Las pizarras, por el mismo medio descrito anteriormente, van al canal general.

La clase de menor tamaño pasa desde luego á la decantación. El menudo se concentra por *lavadores*, llamados de *feldespato*, que ganan 1,50 á 1,75 pesetas en doce horas y á veces trabajan por contrata.

Las pizarras van desde el canal á un depósito, desde éste ascienden en unos canchilones perforados para que escurra el agua, y caen sobre vagonetas. Arrastradas éstas por caballerías, llevan

las pizarras a los terreros, donde se vierten sin ulterior aprovechamiento, ocupando, por cierto, bastante sitio.

Los lodos que quedan en el depósito, y los que salen por los agujeros de los canjilones, van a laberintos compuestos de dos grupos, en que uno trabaja mientras se descarga el otro. El agua separada en la decantación se deposita en un pozo, del cual es elevada, parte por una bomba Allard para los lavaderos de este nombre, que concentran del 45 al 10, y el resto por otra bomba auxiliar para surtir al lavadero de los feldepatos.

*Decantación.*—Llámanse *decantadores* en la localidad, a unas grandes cajas formadas de tablas yuxtapuestas, dentro de las que se escurren los carbones por su propio peso, de tal modo, que en doce horas no queda más que 6 ú 8 por 100 de humedad. Los hemos representado a la izquierda de la fig. 121 y con más detalles en la 122. La forma exterior es paralelepípedica en su parte más elevada, terminando cada uno inferiormente por dos apuntamientos piramidales invertidos, que corresponden a un tabique interior vertical de pequeña altura, que divide en dos compartimientos cada caja. Los decantadores son ocho y la capacidad de cada uno es de 50 toneladas; las dimensiones aparecen en la figura. La cúspide de los apuntamientos está reemplazada por una placa corrediza, manejada desde fuera, con objeto de que, colocado un vagón debajo, se llene inmediatamente y sin ningún coste.

La producción en las minas de *Aller* ha aumentado considerablemente en estos últimos años y los ocho decantadores de que hemos hablado, no alcanzando más que una cabida total de 400 toneladas, fueron insuficientes. Tratóse de aumentar su número, pero no había desnivel para que las materias marchasen por sí solas, y con objeto de evitar complicaciones, elevadores, etc., se han construido de nueva planta unos amplios y sólidos depósitos de cantería coronados de ladrillo, que, alcanzando las dimensiones de 27 m. de longitud, 6 de ancho y 3 de profundidad, suman capacidad bastante para alojar entre todos 1.500 toneladas.

Son interiormente de forma paralelepípedica, tronco-piramidales por fuera, abiertos por la parte superior, y en sus muros en talud guarnecidos de contrafuertes, hay muchas puertas de descarga, que es necesario sujetar con pasadores de hierro para contrarrestar el mucho empuje que origina el contenido.

Los lodos acceden á los depósitos por canalizos apropiados y el agua que se derrama por encima de los bordes, se reúne en unas cunetas que la llevan al depósito general.

Prescindiendo de su gran cabida, resultan estos costosos depósitos, en la práctica, inferiores á las torres de desecación, con respecto á la pureza de los productos. En éstas la arcilla carbonosa, muy plástica, que contiene lo menos 18 á 20 por 100 de cenizas, sale por las junturas de las tablas, en tanto que en depósitos impermeables, como son los de mampostería, queda, aumentado como es natural, el contenido de materias inútiles. Prueba de ello es que mientras el carbón menudo desecado en torres no suele llegar al 9 por 100 de cenizas, el procedente de los depósitos pasa á veces del 12. En cambio, aprovechan más el carbón, pues nada se escapa con el agua.

*Torres de recomposición.*—Se llaman así porque sirven para formar las diferentes clases que demanda el comercio ó la industria. Á ella van, como hemos dicho, la nuez, de 25 á 15 mm., galleta, de 25 á 45, garbancillo, de 10 á 15, y menudo, de 0 á 10, constituyendo verdaderos depósitos aislados, de tamaños muy diferentes. Hállanse constituidos por grandes cajas con tres vertederos, el central formado por una tolva y los laterales por canalizos de telescopio. De esta manera pueden cargarse al mismo tiempo 3 vagones, colocados debajo en vías paralelas.

Las mezclas las hace en las proporciones convenientes un operario especial, llamado *peón primero*. Las diversas cantidades que constituyen la proporcionalidad apetecida, caen, saliendo por una cuarta abertura, sobre un transporte horizontal, que lleva la hulla mezclada al coladero, desde donde cae al vagón que ha de transportarla. Como ejemplo de una de estas mezclas, pondremos la formación del *menudo* que demanda la industria. Dicha clase comercial se hace mezclando 60 partes de menudo, 20 de garbancillo, 15 de nuez y 5 de galleta, para lo cual se tienen abiertos los vertederos de los depósitos respectivos, el tiempo y la cantidad necesarios, para que la mezcla vaya al coladero antedicho en la proporción apetecida. Cuando se pide hulla precisamente de una de las clases que da el taller, se carga desde luego sobre el vagón, bien por la tolva central, bien por los canalizos de telescopio, si está en los costados de cada torre, valiéndose de palancas manejadas por el peón desde un balconcillo.

Las torres de recomposición ocupan la parte superior de uno de los costados del edificio.

El taller de *Sovilla* ofrece caracteres belgas y alemanes. La parte belga fué instalada antes, desde 1889 á 90, por Allard frères Chatelineau; la alemana, en 1892, por Schustermann Kremer, Dortmund.

Una máquina de vapor de Allard Chatelineau de 90 caballos, de 3 calderas, cada una de 2 hogares interiores, mueve el taller general; el de los feldespatos otra de 75 caballos, construida por Schustermann und Kremer, Dortmund, alimentada por el vapor producido en dos calderas de hogar interior.

Además marchaba admirablemente, aunque exige algún esmero por lo delicado de su construcción, un generador Belleville, tipo G, núm. 10, de 170 caballos de vapor, instalado para utilizar los gases desprendidos de la batería de hornos para cok. Puede alimentarse, y se alimenta cuando no se fabrica éste, con carbón menudo del 10 á 0, que vale muy poco.

Suministran el agua necesaria al taller y reposadores, dos bombas gemelas, que elevan 950 litros y trabajan dieciocho horas. Toda el agua que ha alimentado el lavadero se recoge y vuelve á servir, después de elevada al nivel necesario, por medio de tres bombas centrifugas.

El taller marcha continuamente por entradas de doce horas, pudiendo preparar en este tiempo de 700 á 800 toneladas.

*Taller de "Plan Estrada".*—La misma Sociedad hullera española, al desarrollar su producción y con objeto de disminuir el transporte de estéril, acaba de instalar al pie del plano inclinado de Carrerallana, que oportunamente describimos, otro taller movido por una locomóvil de 30 caballos efectivos y capaz de producir 150 toneladas de bulla lavada en diez horas de trabajo. El esquema adjunto (fig. 125) indica su manera de funcionar.

Los vagones, al salir del plano inclinado, vierten su contenido en una criba inclinada con perforaciones de 45 mm. de luz, que hace dos clases, la que no pasa (*cribado*), que después de escogida va al almacén y la de 45 á 0, que cae en la tolva de entrada que aparece á la izquierda de la figura. De aquélla asciende por noria hasta un tromel con planchas perforadas de 10 y 22 mm., que da tres tamaños: 10 á 0, 22 á 10 y 45 á 22, que no se lava.

La clase 10 á 0 se depura en cajas de feldespatos, tipo Schuster

mann, como las del otro taller y la 22 a 10 en dos lavaderos Allard, idénticos a los descritos. Ambas, después de limpias, corren impujsadas por el agua hasta una tolva, y reunidas, suben en los canchiones de una noria hasta los decantadores, de los cuales y por los medios dichos, van directamente a los almacenes ó a la venta.

Las condiciones económicas son ventajosas, pues aun costando el lavado lo que en el taller principal, se ahorra el arrastre de las pizarras y piritas.

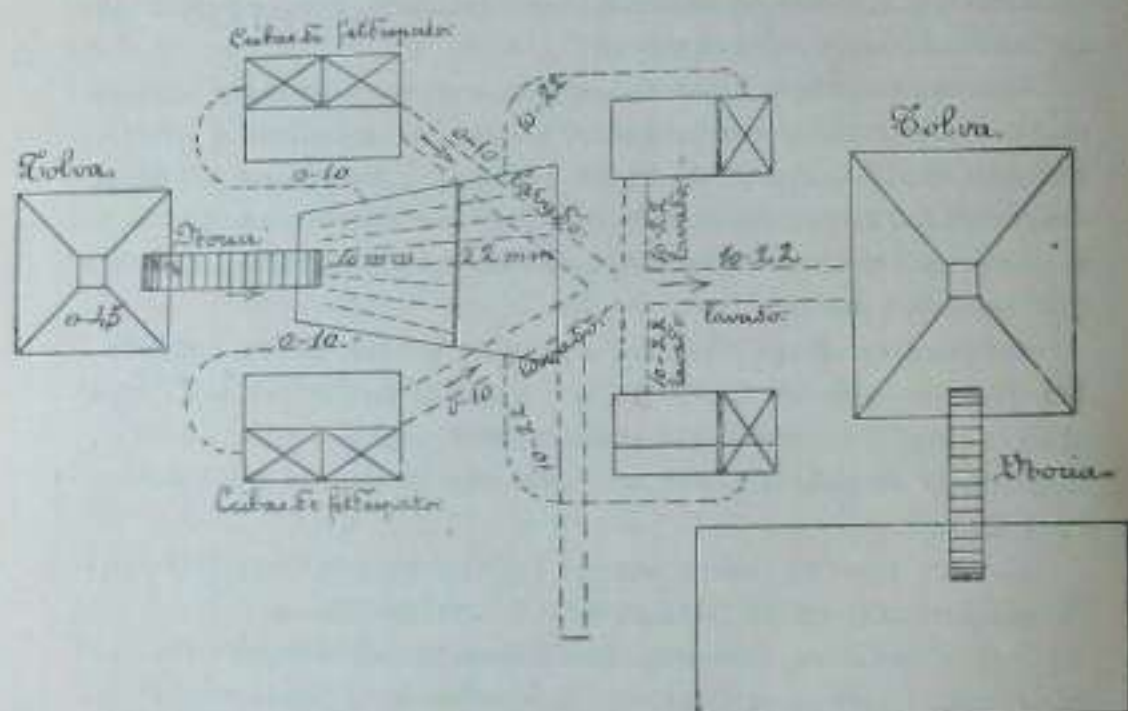


FIGURA 125.

*Taller del Turón.*—Situado en la margen derecha de dicho río, forma parte de la instalación general, que para el aprovechamiento de sus carbones, ha elevado la importante Sociedad anónima *Hulleras del Turón*.

El lavadero es del tipo belga y ha sido montado por la casa Evence Coppée, de Bruselas. El esquema representado en la figura 126, da idea de su conjunto y de la marcha que siguen las diversas clases que en él se producen. La sección vertical del taller es muy análoga a la de *Sovilla*; por eso la suprimimos.

El carbón, *todouno*, conforme viene de las minas, se vierte en

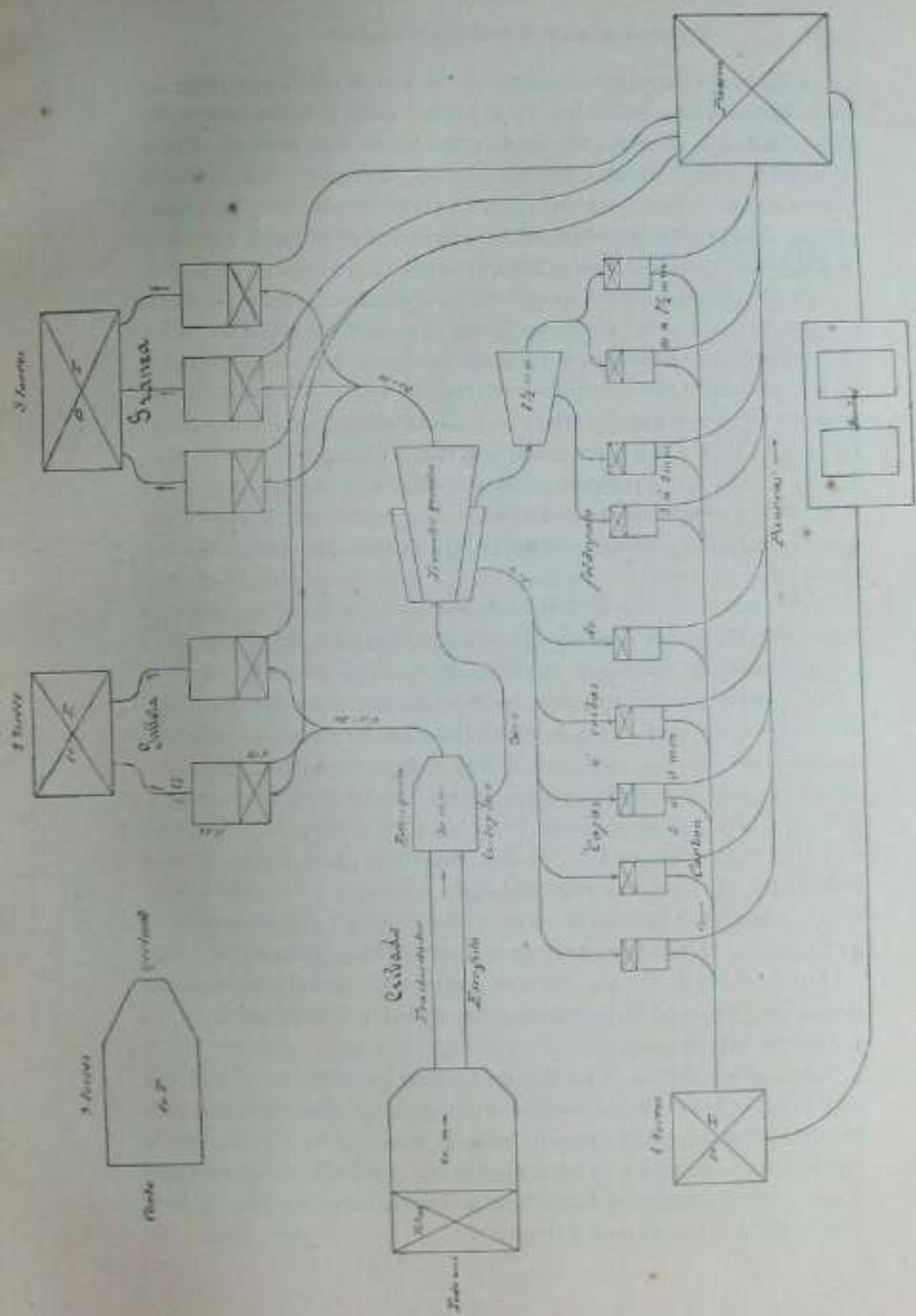


FIGURA 125

una fosa, bajo la cual está la tolva que la arroja sobre una criba de sacudimientos longitudinales, cuyo fondo es de plancha perforada con agujeros de 60 mm.; lo que no pasa á través de ella, cae en un *transporte* (allí lo llaman *transbordador*), á cuyos costados, niños y mujeres se ocupan, no en quitar la pizarra que, como en menor proporción debiera ser objeto del escogido, sino la hulla, pues por su fragilidad conviene descartarla pronto.

Ésta se pone en cestos tronco-cónicos, con los cuales va al almacén ó al cargadero del ferrocarril, con el nombre de *cribado*.

La parte que atraviesa la plancha cae en un depósito y es elevada por una noria hasta el piso superior, en el cual hay dos cribas gemelas de sacudimientos laterales y dos tromeles también gemelos. Las cribas tienen dos placas; una perforada con agujeros de 30 mm. de luz y otra sin perforar, produciéndose dos clases: una de 60 á 30 mm., que marcha directamente á ser lavada en dos cribas y á que se denomina *galleta*, y otra de 30 á 0 mm. que pasa á los dos tromeles.

Éstos son cónicos y de doble envolvente. Las dos chapas perforadas que los forman, tienen: la interior, agujeros de 10 mm. y la exterior de 5, dividiéndose, por lo tanto, la clase de 30 á 0 en otras tres. La primera, que atraviesa las dos chapas del tromel, comprendida entre 5 y 0 mm., pasa á cinco cribas de feldespató: la segunda, que no atraviesa más que una, y cuyas dimensiones varían entre 10 y 5, va á otro tromel pequeño, cónico también, de una sola envolvente, con perforaciones de  $7\frac{1}{2}$  mm. Éste la divide en dos: una de  $7\frac{1}{2}$  á 5 mm., que se lava en dos cribas con filtro de feldespató y otra de 10 á  $7\frac{1}{2}$ , en otras dos análogas.

En resumen: hay dos cribas de émbolo lateral con filtro para la galleta (60 á 30 mm.) y tres para la granza (30 á 10 mm.)

Los émbolos de las que depuran galletas, dan 60 vibraciones por minuto, de 40 mm. de amplitud y los destinados á las granzas, 70 y 25, respectivamente.

Las cajas ó cribas de feldespató forman tres baterías y en cada una de ellas los émbolos pueden tener distinta corrida. La amplitud de oscilación en la primera era de 9 mm. y 7 y 5, respectivamente, en la segunda y tercera, siendo 180 el número de vibraciones á que estaba sometido el émbolo en las cribas concentradoras de la última clase, ó sea la de 5 á 0 mm.

Los filtros ó camas de feldespató, varían poco en cuanto á su espesor, pero sí, respecto á las dimensiones de sus trozos, con respecto á los compartimientos á que se les destina; en el primero se emplean de 15 á 12 mm. de dimensión máxima y de 12 á 10 en los restantes.

Las cajas que depuran los carbones comprendidos entre  $7 \frac{1}{2}$  y 5 mm., presentan como oscilación de sus émbolos 120 vibraciones, siendo la amplitud de cada una de ellas, 13 mm. en la primera batería, 11 en la segunda y 9 en la tercera. Las dimensiones de los trozos de feldespató varían entre 20 y 15 mm. en la primera y de 15 á 12 en las restantes.

Las cajas destinadas á la clase de 10 á  $7 \frac{1}{2}$ , tienen los émbolos dispuestos para dar 120 golpes de 20 mm. de amplitud en la primera y 16 en la última, siendo el feldespató de 30 á 25 mm. y 25 á 20, respectivamente.

Las impurezas de todas las cribas van al canal general de pizarras y de él á un depósito que aparece en croquis, á la derecha del esquema.

Las diversas clases de carbón, que por su tamaño resultan, son elevadas por norias á desecadores, análogos á los descritos en el taller de *Sovilla*, donde escurren el agua interpuesta, que se recoge en un recipiente y de él se eleva por medio de bombas.

La transmisión entre el árbol motor y los vástagos de los émbolos se hace por palancas acodadas de corrida variable, propias de las cribas de Coppée, y no por excéntrico, como se observa en los talleres alemanes.

En este taller pueden tratarse de 600 á 800 toneladas de hulla en diez horas; las pérdidas no pasan de un 23 y á veces de un 20 por 100 en las diferentes clases sometidas al lavado, hasta adquirir buenas condiciones comerciales.

El *Taller del Turón* es esencialmente *continuo*; sólo 14 hombres son necesarios para la marcha normal del lavadero: seis en el basculador, dos maquinistas, dos fogoneros, tres lavadores y un vigilante para los tromeles y cribas.

En el transbordador de cribado (*transporte*) hay diez mujeres y cuatro chicos (*pinches*). La carga en vagones, se hace además por siete operarios y cuatro se dedican á la limpieza de los depósitos de lodo (*schlamm*).



Los jornales devengados por los peones varían entre 2,75 pesetas y 2,25; los maquinistas, 3,50; los fogoneros, 2,75; igual jornal los lavadores, y las mujeres y chicos de 1,15 á 1,20 pesetas (1).

La fuerza necesaria para el movimiento del taller es de 100 caballos, suministrada por dos máquinas de vapor, una horizontal de 85 y otra vertical de 15. Cuatro calderas de Cornwall, una constantemente en limpieza, completan la instalación motora.

La sustitución por un tromel del cribo núm. 2, ó sea el segundo *raetter* de que hablamos en el taller precedente, constituye en realidad un perfeccionamiento en éste, pues además de hacer el calibrado más fácil con el auxilio del agua, evita completamente el polvo del carbón, tan incómodo y sobre todo, tan nocivo para los obreros que se ven obligados á respirarlo continuamente.

Una vez hechas las mezclas comerciales que demanda la industria para su consumo, de un modo análogo al precedentemente descrito y cargados sobre vagón, entran los carbones en la circulación general por el ferrocarril, que relaciona el establecimiento con la línea férrea del Norte.

*Taller de Baltasara.*—La Sociedad *Fábrica de Mieres*, ha montado hace poco en el Valle del Cadaval, un importante lavadero para los carbones que explota en este grupo, cuyo proyecto se debe al Director de aquélla, el reputado ingeniero D. Jerónimo Ibrán. En dicho taller, hay aparatos traídos directamente de la casa Evence Coppée, de Bruselas, y otros construidos en la fábrica de la sociedad (fig. 127).

El aspecto exterior del lavadero aparece en las figuras 128 y 129.

Notable por su buena marcha y exquisito aseo funciona del modo que indica el esquema (fig. 130).

La clasificación general se efectúa por medio de un *raetter* y dos tromeles: el primero separa el cribado y los segundos hacen las cinco clases restantes.

Las denominaciones que reciben cada una y cantidad que de ellas se obtiene, es la siguiente:

---

(1) Estos datos y algunos de los que anteceden, los debemos á nuestro ilustrado compañero D. Miguel Aldecoa, ingeniero de aquel establecimiento.



FIGURA 127.



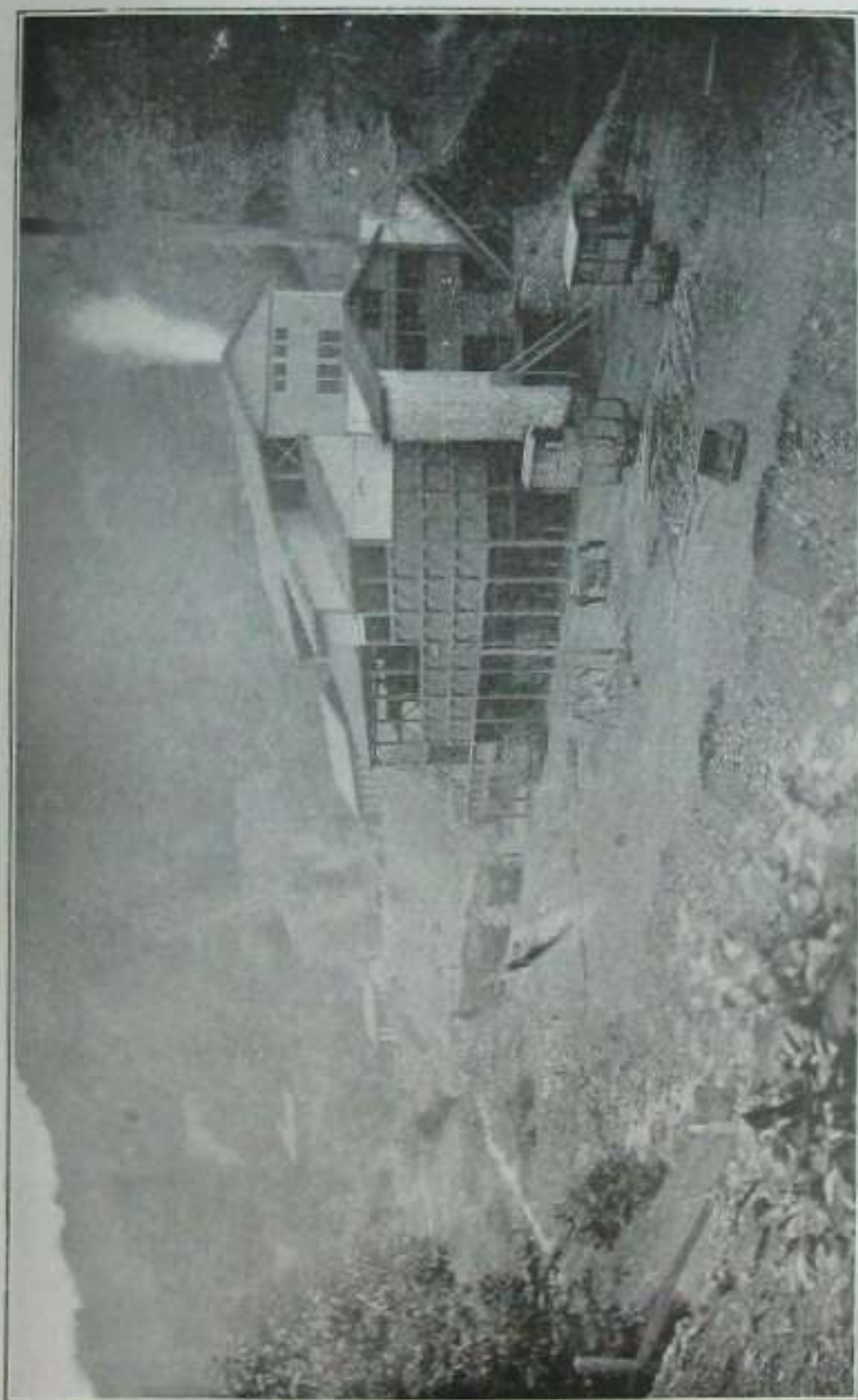


FIGURE 128



45 mm. y más.	Cribado.	Grueso ó comercio.	26,80 por 100.
24 á 45.....	Galleta.	Granos .....	17,20 " "
12 á 24.....	Granza.		17,80 " "
6 á 12.....	Grancilla.	Finos .....	14,30 " "
4 á 6.....	"		23,90 " "
0 á 4.....	"		



FIGURA 139.

Los granos se lavan en cuatro cribas mecánicas continuas de tamiz fijo y émbolo lateral, destinadas, una á la galleta, dos á la granza y la restante á la grancilla; el número de emboladas varía de 100 á 60 y su amplitud de 20 á 60 mm. por minuto. Gasta cada aparato en este tiempo de 300 á 400 litros de agua y consume más de un caballo de energía; en una hora rinden de 7 á 5,5 toneladas de carbón lavado.

Los finos se depuran en seis cribas mecánicas continuas, de tamiz fijo con fondo filtrante de cuarzo, en sustitución de feldespatos; son, por lo tanto, cribas del Harz, perfeccionadas. Dos se destinan a la clase de 4 a 6 mm. y las cuatro a la de 0 a 4. El número de vibra-

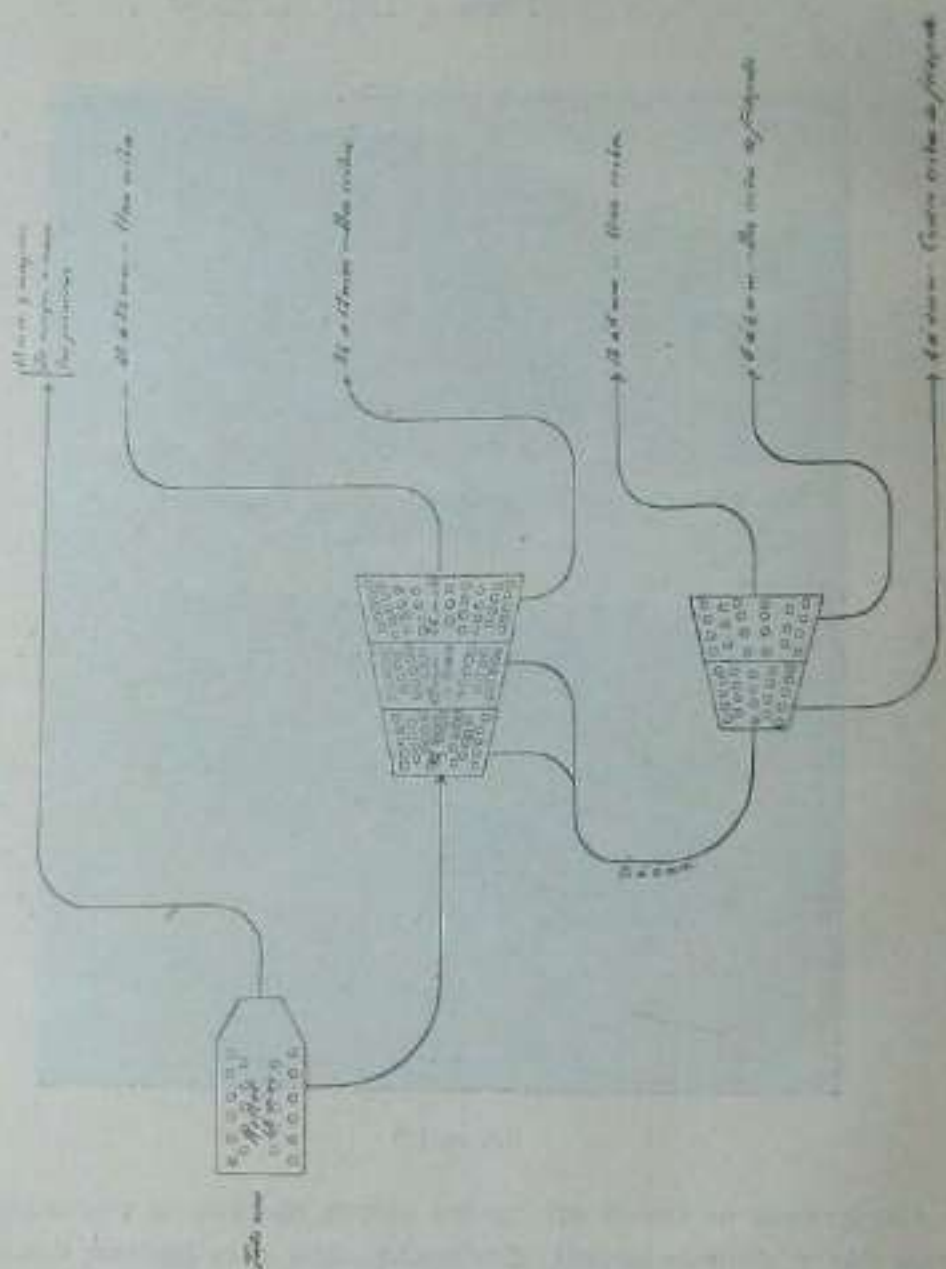


FIGURA 130

ciones oscila entre 140 y 200 por minuto y su amplitud es de 10 a 4 mm.; gasta cada aparato en este tiempo de 400 a 500 litros de agua, consume un caballo de energía y rinde en una hora de 3,2

á 2,51 toneladas de carbón lavado. El espesor de la capa filtrante varía entre 12 y 8 centímetros.

Los ensayos hechos durante un mes por cenizas, sobre muestras tomadas en los puntos que á continuación se expresan, arrojan los siguientes resultados:

Carbón bruto ó todo uno. . . . .	20 á 30	por 100
Finos lavados á la salida de los aparatos. . .	4 á 6	"
Granos ídem. . . . .	4 á 6	"
Pizarra ídem. . . . .	65 á 70	"
Finos en la cadena que lo extrae de la fosa. .	8 á 9	"
Pizarra ídem. . . . .	55 á 65	"
Schlamms. . . . .	30 á 35	"

Al poner en limpio el borrador de esta Memoria ha aparecido un interesante artículo (1) de la serie de los publicados acerca del grupo *Baltasara*, suscritos por el ilustrado ingeniero de minas D. Emilio Jiménez, en el cual se hace una descripción completa del lavadero que nos ocupa. Por esta causa retiramos nuestro original para dejar espacio á otras materias.

Sin embargo, no queremos dejar de consignar algunos datos económicos que, tratándose de un taller bien montado y de perfecta marcha, son de tenerse en cuenta para poder apreciar el coste á que sale el lavado de carbones en la importante comarca de Asturias.

PERSONAL AFECTO AL LAVADERO É IMPORTE DE SUS JORNALES

	<u>Pesetas.</u>
Un lavador de finos encargado de seis cribas de felpato . . . . .	2,75
Un lavador de granos, encargado de cuatro cribas. . . . .	2,75
Un maquinista en el motor. . . . .	3,00
Un fogonero en la caldera. . . . .	1,75
Un pinche (2) limpiador, para barrer, limpiar árboles, poleas, pintar, etc. . . . .	1,05
Un pinche engrasador. . . . .	1,15
Seis pinches escogiendo pizarra del cribado en el transportador. . . . .	6,00

(1) *Revista minera, metalúrgica y de ingeniería* de 1.º de Abril de 1897 pág. 97.

(2) *Machucho*.



	<i>Pesetas.</i>
Dos obreros en el basculador, metiendo los vagones cargados y basculándolos. . . . .	4,80
Un pinche sacando los vacíos . . . . .	1,75
TOTAL . . . . .	25,00
Lavando al día 400 toneladas, se consumen de 1.600 á 2.000 kg. de carbón en la caldera, que valen. . .	18,00
Aceite, grasas consistentes, filástica, algodón, estopa, etc., importan. . . . .	17,00
TOTAL . . . . .	35,00
TOTAL GENERAL . . . . .	} Mano de obra. . . . . 25,00
	} Efectos. . . . . 35,00
	60,00

Corresponde á la tonelada de carbón lavado un cargo de

$$\frac{60}{400} = 0,15 \text{ pesetas.}$$

El coste de la instalación ha sido de

$$275.727,70 \text{ pesetas.}$$

Si, pues, asignamos á este capital un interés del 10 por 100, al propio tiempo que le amortizamos en diez años, corresponde al día

$$\frac{55145,54}{300} = 18,38 \text{ pesetas.}$$

de gasto y á la tonelada

$$\frac{18,38}{400} = 0,459 \text{ pesetas.}$$

que agregados á las 0,15 hacen un total de

$$0,609.$$

Debemos hacer constar que en este taller hemos visto por primera vez en Asturias sustituir en las cribas filtrantes la cama de feldes-pato, que se trae del extranjero á precio bastante elevado, por cantos rodados de cuarcita ó trozos de pudinga silíceas calibrados. El Sr. Jiménez, autor de la reforma, se ocupaba, cuando allí estuvimos, en estudiar las condiciones de marcha del nuevo filtro y si el des-



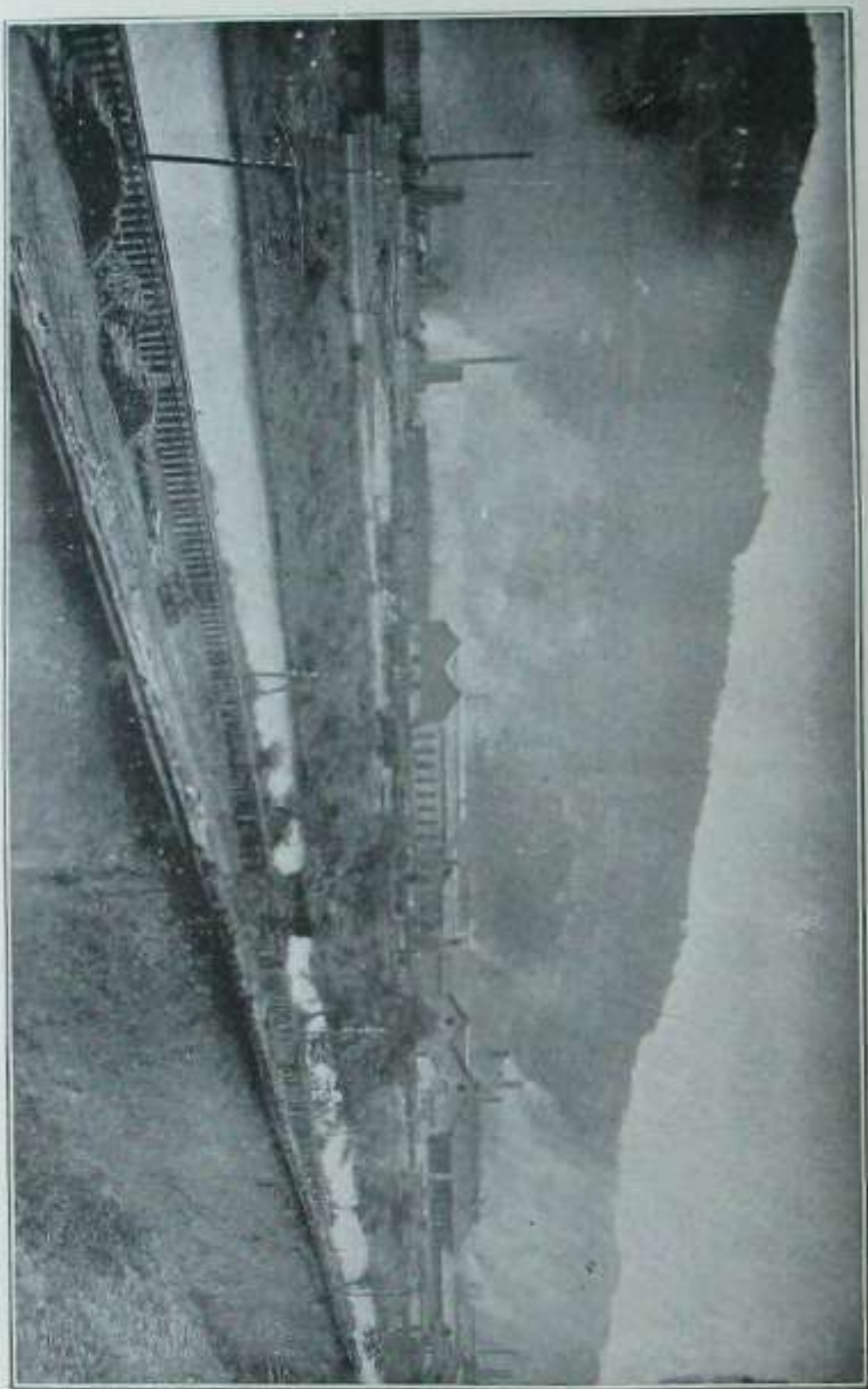


FIGURE 131.

gaste de las telas metálicas que le soportan aumentaba hasta un punto que viniera á anular, ó por lo menos á disminuir muy poco la diferencia de precio entre el antiguo y el actual fondo de tamiz, cuya materia se halla en los alrededores. En una nota que acompaña á su interesante artículo afirma que, á pesar de la densidad más elevada del segundo con respecto al primero y de la mayor dureza del cuarzo, no hay indicios de desgaste más considerable que antes, en las telas durante todo el tiempo en que viene usándose, presentando además el cuarzo sobre feldespatos la ventaja de no romperse ni desgastarse tan pronto como éste.

El aprovechamiento del agua en el taller del grupo *Baltasara* se hace con el mayor esmero, pudiendo decirse que no se pierde apenas. Salvo la que forzosamente se evapora, la escapada por filtraciones imposibles de evitar y la esparcida por salpicaduras, no se gasta más que la que voluntariamente se deja escapar cuando está demasiado cargada de pizarras. El reemplazo de estas forzosas pérdidas se verifica con agua de la mina.

*Taller de la mina "Nicolasa", de Mieres.*—En la márgen izquierda del río Caudal, frente á la *Fábrica de Mieres*, próximamente en el mismo sitio desde el cual se tomó la fotografía que constituye la fig. 4.<sup>a</sup> y al lado de la estación de Ablaña, funciona hace tiempo un taller de preparación y lavado de carbones, perteneciente á la *Sociedad Fábrica de Mieres*.

Las hullas provenientes de la *Capa perdida* ó *Capa 11.<sup>a</sup>* se criban en parrillas fijas de 50 mm. de separación entre sus barrotes. La parte que no pasa, sumamente desmoronadiza, se emplea como combustible en la fábrica siderúrgica de la Sociedad. La que pasa, después de depurada en cajones alemanes, se consume como primera materia en los hornos de cok.

El carbón que suministra la *Capa 7.<sup>a</sup>*, llamada *Nicolasa*, se arroja en una tolva, de la cual va á un *raetter* de dos chapas, con perforaciones de 50 á 25 mm.

El *cribado* ó de tamaño mayor de 50 mm., se escoge á mano y se consume en la fábrica.

El comprendido entre 50 y 25 se almacena durante la jornada para lavarlo de cuatro á seis, es decir en las últimas horas de la tarde, mediante el aparato Berad, que todo el resto del día ha estado depurando *el menudo* (25 á 0). Para operar este cambio no hay más

que variar las condiciones de trabajo, en razón de la diferencia de tamaño.

Da el lavadero una producción de 60 toneladas en diez horas, movido por una máquina horizontal de vapor de 10 caballos. La mano de obra por tonelada lavada sale á unos 30 céntimos de peseta.

*Taller del Peñón.*—En el valle del Cadaval aguas arriba, á unos 300 m. al Sur del lavadero del grupo *Baltasara*, funciona otro perteneciente á la Sociedad *D. Manuel Fernández y compañía*, domiciliada en Mieres. Instalado por la reputada casa constructora de Evence Coppée, de Bruselas, hace pocos años para una producción diaria de 200 toneladas, puede preparar en la actualidad hasta 250.

Es genuinamente del tipo Coppée; la clasificación por tamaños se efectúa en las primeras clases por *raetter* ó cribas de trepidación completándose en tromeles de placas perforadas concéntricas.

Las clases en que el todouno queda dividido son las siguientes:

Mayor de 45	mm.....	<i>Grueso.</i>
Entre 45 y 22	".....	<i>Galleta.</i>
" 22 y 12	".....	<i>Granza.</i>
" 12 y 6	".....	<i>Grancilla.</i>
" 6 y 0	".....	<i>Menudo.</i>

Las placas son de quita y pon, mediante tornillos, de modo que el calibrado puede variarse cuanto se quiera.

Tiene tres lavadores de granos y dos de finos con filtros de feldespató ó cuarcita.

El *cribado*, que se vende después de escogido, representa del 30 al 32 por 100 del todo uno.

Costó el lavadero unas 75.000 pesetas. El precio á que sale el lavado por tonelada no suele pasar de 25 céntimos.

*Taller de Mariana.*—Montado hace años con aparatos Evrard y descrito en 1888 por el ingeniero de minas D. Ginés Moncada y Ferro, en su obra titulada *Elementos de preparación mecánica de las menas*, pág. 159, ha sufrido con posterioridad importantes modificaciones.

Al cribo ó *raetter* que antes hacía dos clases, una de 50 á 20 y otra de 20 á 0 mm., se le ha dejado reducido á producir una sola, el *cribado*, de tamaño superior á 50, pasando el resto comprendido entre 50 y 0, á clasificarse en un tromel de planchas concéntricas,

una con perforaciones de 12 y otra de 24 mm. de luz. Las clases producidas de 50 a 24, y de 24 a 12, es decir, la *granza* y la *galleta*, se depuran en los aparatos lavadores de Evrard, descritos por el Sr. Moncada en la pág. 151 de la obra antedicha. El carbón, cuyo tamaño está entre 12 y 0 milímetros, pasa á un segundo tromel de chapa con perforaciones de 6 mm., formando dos nuevas clases, una entre 12 y 6, llamada *grancilla*, que se depura en un lavador de Evrard, y la otra de 6 á 0, que se lava en cribas Coppée y Humboldt, como en otros talleres.

El esquema adjunto (fig. 132), y los datos que siguen, debidos á la amabilidad del ilustrado in-

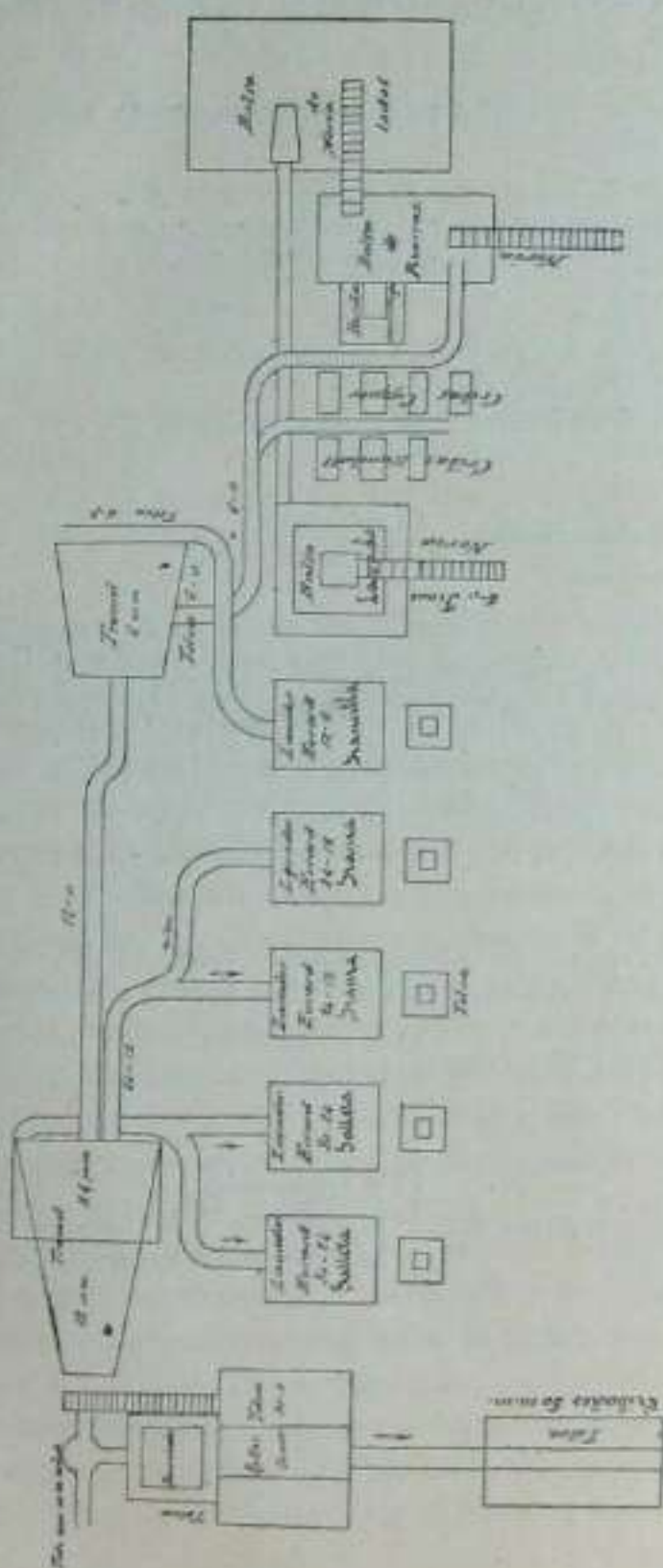


FIGURA 132.

geniero de minas D. César Santos de Arana, director del lavadero, dan idea de su conjunto, así como de sus condiciones económicas.

COSTE DE LA MANO DE OBRA DEL LAVADO

		<u>Pesetas.</u>
Basculación de vagones de mina. . . . .	{ Un hombre. . . . .	2,75
	{ Tres chicos, á 1,50 . . . . .	4,50
		<hr/> 7,25
Escogido de pizarra del cribado, clase mayor de 50 mm. . . . .	{ Un vigilante. . . . .	2,50
	{ Siete mujeres, á 1,20. . . . .	8,40
		<hr/> 10,90
Carga del cribado. . . . .	{ Un hombre. . . . .	2
	{ Un chico. . . . .	1,50
		<hr/> 3,50
Cadena de cangilones para la clase de 0 á 50 mm. Un chico. . . . .		1,50
Lavaderos de galleta de 24 á 50 mm. Dos mujeres, á 1,20. . . . .		2,40
Lavadero de granza de 12 á 24 mm. Dos mujeres, á 1,20. . . . .		2,40
Lavadero de grancilla de 6 á 12 mm. Una mujer. . . . .		1,20
Lavadero de finos de 0 á 6 mm. . . . .	{ Un hombre. . . . .	2,50
	{ Un chico. . . . .	1,50
		<hr/> 4,00
Un encargado de la basculación de lodos. . . . .		2,25
Carga de todas las clases de 0 á 50 mm. Dos hombres, á 2,00. . . . .		4,00
Máquina motora. . . . .	{ Un maquinista. . . . .	2,50
	{ Un fogonero. . . . .	2,25
		<hr/> 4,75
Vigilancia general. . . . .	{ Un engrasador. . . . .	1,60
	{ Un vigilante de lavado. . . . .	3,50
	{ Un capataz del exterior. . . . .	4,50
		<hr/> 9,60

COSTE TOTAL DEL LAVADO, CARGA Y CLASIFICACIÓN DEL CARBÓN  
TODOUNO BRUTO, EN LA MINA "MARIANA"

Basculación de vagones de mina. . . . .	7,25
Escogido á mano del cribado, mayor de 50 mm. . . .	10,90
Carga de ídem. . . . .	3,50
Cadenas de cangilones de la clase de 0 á 50 mm. . . .	1,50
Lavaderos de galleta de 24 á 50 mm. . . . .	2,40
Ídem de granza, de 12 á 24 mm. . . . .	2,40
Ídem de grancilla de 6 á 12 mm. . . . .	1,20
Lavaderos de finos, de 0 á 6 m. . . . .	4
Balsa de lodos. . . . .	2,25
Carga de las clases lavadas. . . . .	4
Máquina motora. . . . .	4,75
Vigilancia. . . . .	9,60
TOTAL. . . . .	53,75

La producción es de 500 toneladas en diez horas de trabajo.

*Taller de Santa Ana.*—Es el primer lavadero mecánico de carbones que se instaló en Asturias. Los Sres. Herreros hermanos, dueños del coto carbonífero de Santa Ana (llamado así por una pequeña capilla que allí existía de antiguo, bajo esta advocación), creyeron desde 1854 que con el viejo sistema de *pistones* ó cribas de cajón movidas á mano, adoptado entonces generalmente en Asturias, no podía continuarse, pues la empresa explotadora se hallaba á voluntad de los obreros, y por consiguiente, no podía contarse con una producción calculada de antemano. A consecuencia de esto trataron de sustituir el antiguo sistema por otro más perfecto, en armonía con las ideas modernas, y seis años más tarde reemplazaron los pistones por un lavadero del sistema Berard, hoy anticuado, pero entonces uno de los mejores.

La marcha general de este interesante taller es la siguiente:

El carbón llega por una vía superior á clasificarse en parrillas fijas, cuyos barrotes se hallan separados entre sí 45 á 50 mm.

Lo que no pasa, ó sea el *grueso*, se almacena.

Lo que pasa cae á una tolva, de la que se carga en vagones que circulan por un ferrocarril inferior, los cuales, á su vez, llevan las hullas hasta una gran fosa ó depósito, en el cual vierten su contenido.



De la fosa ascienden por noria á depurarse en la conocida criba Berard, la que origina dos estratos; el superior, ó sea la hulla, se divide en dos clases al hacerla pasar después por un canalizo inclinado compuesto de dos planchas de hierro, una maciza y otra con perforaciones de 20 mm. La que se halla constituida por trozos mayores de 20 mm., ó sea la *galleta*, se carga sobre vagón y se almacena, así como la que lo está por trozos menores de 20, que forma el *menudo*.

El estrato inferior, de la criba Berard, formado de pizarras, materias estériles y nocivas, va también en vagones al vertedero.

Loable es el primer paso dado por los Sres. Herreros en el lavado mecánico, pero el sistema Berard, caro é imperfecto, no satisface las necesidades actuales de la industria. Buena prueba de su deficiencia es que en los montones de menudo separan actualmente, por un cribado á mano, los trozos de galleta que se hallan indebidamente mezclados.

Muévese la criba por una máquina de vapor de 12 caballos, que además acciona sobre la bomba para elevar el agua á un depósito superior.

La producción del taller es de 70 toneladas en diez horas.

Entre otras curiosidades para la historia industrial de Asturias, tuvimos el gusto de ver en esta antigua é intereshte instalación, dos de las primeras locomotoras mineras empleadas en la provincia. Ambas proceden de los talleres que la *Sociedad Cockerill* tiene en Seraing. La primera fué construída en 1874 y se halla convertida en máquina fija, que mueve el taller de reparaciones; la segunda, fabricada en 1879, está en servicio. Ambas son de caldera vertical, y por su aspecto, se las designa entre los obreros con el gráfico nombre de *chocolateras*.

*Taller de "La Justa".*—Frente á la estación de Peña Rubia, del ferrocarril que une á Ciaño en Santa Ana con la de Soto de Rey, del general de Madrid á Gijón, ha situado *La Unión hullera y metalúrgica de Asturias* un moderno taller de lavado, cuya instalación general y secciones damos en las figs. 133, 134, 135, 136 y 137, debiendo los originales á la amabilidad del ilustrado ingeniero de minas D. Tomás Tinturé, que le dirige. Los pormenores contenidos en ellas nos permite ser más rápidos en la descripción de este importante lavadero.

Vienen los vagones, como se ve en el alzado de frente (figura 137), por una vía hasta el basculador, movido á mano, que los vierte sobre unas cribas de sacudimientos longitudinales, de sección rectangular ( $2 \times 3,90$  m.), con perforaciones cuadradas en su fondo, de 50 mm. de lado. Lo que no pasa, sube por un transportador inclinado de chapas de acero, á cuyos costados se hallan mujeres y niños, que á mano, descartan las pizarras. Así se obtiene el *cribado*.

Con objeto de prevenir las paradas forzosas del lavadero y no detener la clasificación, hay además dos cribas supletorias,

*Instalacion de la Inota*

*Alzado lateral*

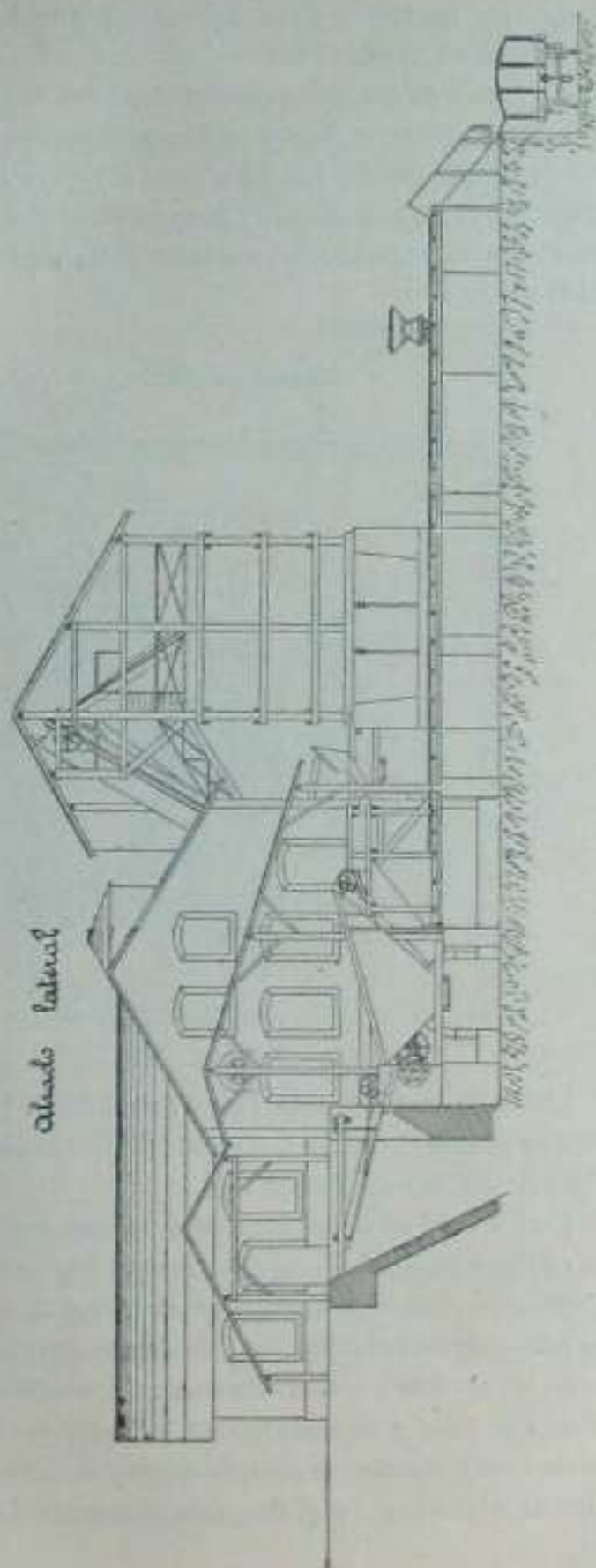


FIGURA 133.

fijas, cuyos huecos presentan 50 mm. de luz. Los productos se apilan, para clasificarlos después con más detenimiento.

La parte de carbón que atraviesa las de sacudimientos asciende, mediante una noria, hasta un tromel de tres telas, una con perforaciones alternadas de 7 y 5 mm. de luz, otra de 10 y la tercera de 20. El agua ayuda al paso de las materias finas, y arcos de helizoide favorecen la regularidad en la marcha de las más gruesas, dentro del tromel.

Corte por GH

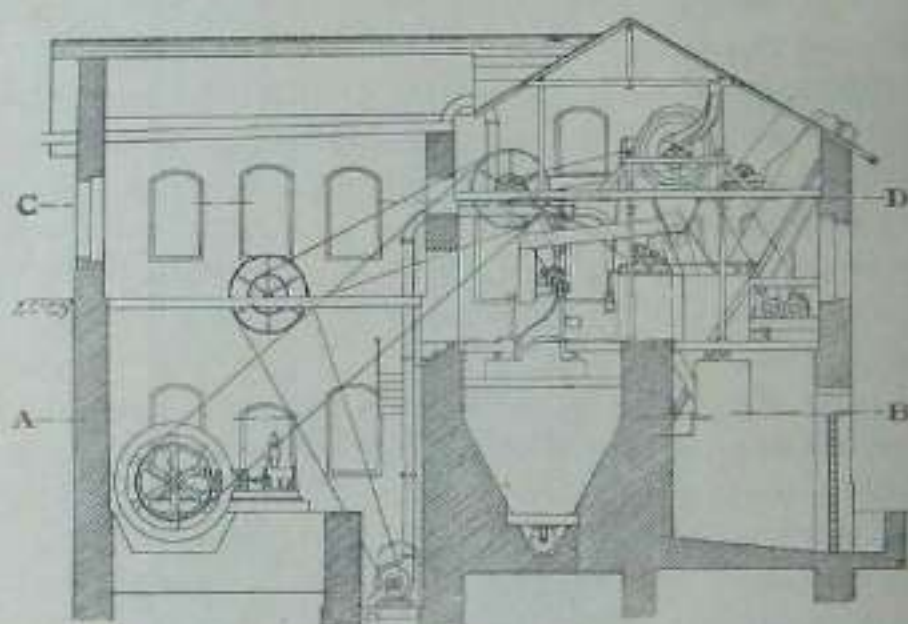


FIGURA 134.

Llámanse *galleta* a la clase formada por los trozos de carbón comprendidos entre 50 y 20 mm. de dimensión máxima, y *granza* a la que oscila entre 20 y 10.

Una y otra se depuran y concentran en cribas. La primera en las ordinarias de Coppée, llamadas de *granos*; la segunda en cribas a las que se han adicionado en el taller dos compuertas de subida variable para la pizarra, que ocupa la parte inferior, y hacerla caer desde luego por el vertedero correspondiente, impidiendo de este modo que suba y se mezcle con la hulla lavada. Cuando la granza no está muy limpia ó requiere mayor depuración, se pasa por unos cilindros trituradores y después se somete a las mismas operaciones

de la clase inferior, clasificada previamente en el Strom, aparato del que nos ocuparemos más adelante.

La clase que por haber pasado por los agujeros de 10 y no haber atravesado los de 7 á 5 mm. de luz, oscila entre 10 y 6 mm., se desbasta primero en una caja de corriente ascensional de agua, llamada Strom, que describiremos al tratar del taller de *María Luisa*. De

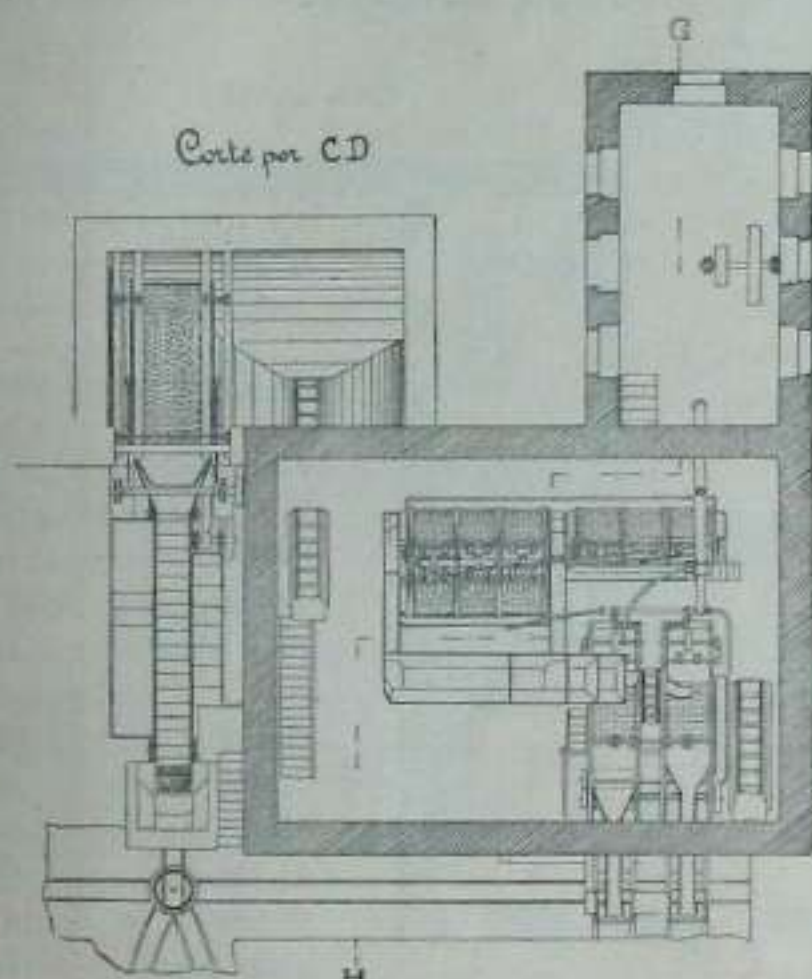


FIGURA 135.

este aparato pasa á concentrarse en cribas de tres compartimientos, de los cuales no suele ser necesario emplear más de dos. Dichas cribas tienen filtro de feldespato y el movimiento del émbolo se gradúa por palanca, de modo análogo al que hemos indicado al describir otros talleres.

Los menudos se concentran como de ordinario y las pizarras de todas las cribas van á un depósito general. Los turbios que sobrenadan se acumulan en tres reposadores; el agua va á un pozo, desde

el cual la elevan las bombas para que vuelva á servir, y los lodos que se depositan, se relavan si es necesario.

Cada una de las clases mencionadas asciende á las torres de madera donde pierde el agua; son estas *torres ó agotadores* en número de tres de la forma general, con la particularidad, sin embargo, de que las compuertas inferiores para cargar los carbones sobre vagón, se hallan formadas por una tijera de tan fácil manejo, que una mujer puede hacer la carga.

Se tratan en este taller 200 toneladas de carbón en diez horas, saliendo el lavado por unidad, á 0,16 pesetas ó 0,36 si se



FIGURA 136

comprende todo gasto.

*Taller de Mosquitera.*—

Pertenece como el anterior á la Sociedad *Unión Hullaera y Metalúrgica de Asturias* y está destinado á la clasificación y depuración de los carbones de estas conocidas minas, cuya producción se encuentra actualmente un tanto disminuida hasta que se terminen los importantes trabajos preparatorios emprendidos por la Sociedad á través

del Ciacal y en el grupo de la Braña. El trabajo, pues, de este notable lavadero no corresponde á su importancia, hallándose hoy limitadas sus operaciones á menor cantidad de aquella para que fué instalado (1).

(1) Al publicarse esta Memoria, lava mensualmente de 4.500 á 5.000 toneladas ó sean 250 en diez horas, pues, se halla ya en explotación el grupo de la Braña del Río, y la mina *Mosquitera* produce unas 7.000 toneladas mensuales.



Su manera de funcionar es la siguiente: el carbón viene al taller por dos niveles distintos, dotados cada uno de un ferrocarril, los vagones del superior, vuelcan directamente su contenido en una fosa ó depósito general de cuatro metros de profundidad, después de pasar el todo uno á través de cribas fijas de chapa de acero con perforaciones de 60 mm. Los de la vía inferior llegan á nivel hasta dicho depósito donde sufren análoga clasificación. Al lado del depósito de que venimos hablando, hay una fosa supletoria ó *reguladora* que sirve de almacén al carbón bruto, durante las paradas del lavadero.

Del depósito general sale el combustible mediante una compuerta inferior, que se abre más ó menos, hasta caer en los cangilones de una noria que lo vierte en el tromel, ayudada por una corriente de agua. Los cangilones son de chapa de acero, no perforada, con el objeto de que al propio tiempo que suben la materia suban también el agua necesaria para la clasificación. Si el agua es clara, se consigue un lavado parcial que descarta un 2 por 100 de cenizas. Dicha agua ayuda la clasificación y hace que el carbón resbale bien sobre las chapas y canalizos, pero como no es suficiente para ultimar las operaciones, todos los aparatos están dispuestos á recibir una corriente de agua supletoria, que llega por una cañería general de circunvalación.

Los carbones brutos de la fosa, elevados por los cangilones de la noria, de que antes hablamos, caen en el *tromel clasificador* con corriente de agua, provisto de perforaciones de 45, 20, 10 y 5 mm. dividiéndose en las siguientes clases:

Mayor de 60 mm. ....	Grueso.
60 á 45. ....	Galletón.
45 á 20. ....	Galleta.
20 á 10. ....	Granza.
10 á 5. ....	Grancilla.
5 á 0. ....	Finos.

El *grueso* va desde luego al almacén ó se exporta para el comercio.

La *galleta* y el *galletón* se depuran en cribas de émbolo lateral (1 X 1,20 m.) que los dividen en pizarra, mixtos y carbón. Dichas cribas de corredera diferencial *Humbolt* y de palanca, constituyen un excelente aparato concentrador de carbones mejor quizá

que el de Scheppard y Coppée usado en otros talleres. El número de emboladas á que trabajan es generalmente 80 por minuto.

Las dos clases siguientes se lavan en cribas análogas que reciben, por lo común, 120 y 150 vibraciones, respectivamente.

Los *finos* y la *grancilla* se descartan previamente de las materias densas é impuras, haciéndolas pasar desde el tromel por un *Strom* preparador ó desbrozador, antes de concentrarlos en cribas filtrantes de feldespató, provistas de dos compartimientos y excéntricos, que las permite recibir en un minuto, 180 y 200 emboladas. La distribución de los *finos* entre las cribas que han de depurarlos, se efectúa por medio de un pequeño Spitzkasten.

La galleta y el galletón se almacenan en torres ó agotadores que presentan la novedad, respecto á otros talleres, de estar formados de tablas, no horizontales en el sentido de su longitud, sino verticales, con lo cual dicen se obtiene mayor desecación, pues los huecos entre unas y otras abarcan la torre en toda su altura.

Los demás productos son conducidos á una fosa, de la cual ascienden á las torres por medio de noria.

El lavadero de la *Mosquitera* ofrece la particularidad de haberse empleado en él, por primera vez en Asturias, las cribas con cama ó filtro de feldespató, el año 1884, siendo además en la provincia uno de los pocos tipos de taller de preparación mecánica, esencialmente alemán.

Muévelo una máquina de vapor de 50 caballos, que, como la mayor parte de los aparatos mencionados, procede de la fábrica que en Kalk, cerca de Colonia, tiene la conocida *Sociedad anónima Humbolt*. Actúa dicha máquina, también, sobre dos bombas centrifugas (hoy sólo una en marcha), de 1.200 vueltas, las cuales elevan cada una cinco metros cúbicos de agua y absorben, aproximadamente, un trabajo mecánico de 20 caballos.

La caldera es de dos hogares centrales, tipo Comis, construida en los talleres de Cifuentes Stoltz, de Gijón.

Cuando no funciona el lavadero, mueve el agua una turbina, la cual sirve de motor á un plano inclinado, por el que asciende el carbón directamente desde el socavón general al depósito regulador.

*Taller de Sama.*—La Sociedad *Unión Hullera y Metalúrgica de Asturias*, tiene destinado actualmente este taller á lavar pronto la hulla de sus minas, aun á trueque de que pueda romperse y de que



la purificación no alcance el grado á que se lleva en sus otros lavaderos. Constituye, por lo tanto, una especie de taller de desbaste, un taller á la inglesa, en que se lavan muchas unidades con la pureza meramente indispensable para satisfacer á las demandas, según los empleos industriales á que el combustible trate de destinarse.

Ofrece, además, la particularidad de que siendo un taller esencialmente inglés en sus funciones, y por lo tanto, de gran consumo de agua, no tiene este elemento de trabajo en abundancia, sobre todo, en el verano, y ha sido preciso vencer esta deficiencia esencial supliendo la *calidad* á la *cantidad*; es decir, no distribuyendo el agua de la manera ordinaria, sino á *gran presión*, con lo cual se logra destacar los estériles más fácilmente que pudiera hacerlo una gran masa de agua.

La clasificación comienza en seco, verificándose desde las mismas plazas de las minas en cribas fijas ordinarias (1). Los trozos mayores de 60 mm. constituyen el *grueso*, que después de un escogido á mano, se cargan en vagones.

El *menudo* se almacena en una fosa de grandes dimensiones y por una noria, del modo tantas veces descrito, pasa á un tromel cónico más corto que los alemanes (tipo inglés), con perforaciones de 40, 20, 10 y 6 mm., el cual le divide en cinco clases. Las tres primeras se depuran en cribas de émbolo lateral, cuya superficie clasificadora se ha hecho lo mayor posible. En la clase de 20 á 10 mm., por ejemplo, en que los émbolos tienen 15 centímetros de corrida, la relación entre las superficies de éstos y la de la criba, es de un cuarto.

Los granos comprendidos entre 6 y 0 mm., se lavan en cribas Scheppard, que describiremos al hablar del taller siguiente:

Como la clasificación no es muy completa, todo el carbón que sale de las cribas va á un solo canal, al pie del que hay una parrilla. Ésta separa la *galleta* que indebidamente marchaba con él, y se pone aparte.

Las pizarras se acumulan en un depósito general, del que se cargan por helizoide en los cangilones de una noria, la cual las arroja sobre los vehículos que han de llevarlas al vertedero. Como, según antes dijimos, hay poca agua, la salida de las pizarras no es

(1) Se está montando un gran *rafter* para la separación previa del grueso.

continua como de ordinario, lo cual resulta provechoso, pues la salida alternativa evita en parte la *succión* y hace la concentración más exacta.

La máquina motora es de vapor, vertical para aprovechar espacio, de dos cilindros, con 25 caballos dinámicos y acción directa, pues el movimiento se transmite inmediatamente al eje, que es general al taller.

El depósito de agua se halla á 6 m. de altura y es capaz de 300 metros cúbicos. Además hay otro debajo, que sirve de regulador y que la recoge toda. La escasez de agua, independientemente del sistema, obliga á recogerla toda en grandes estanques. En invierno hay suficiente y entonces pasa desde el último, á un depósito de hierro que es el *regulador de presión*, del cual se distribuye á los aparatos.

Como hay poca durante el verano, se reúne toda el agua, como hemos dicho, elevándola al depósito regulador para emplearla de nuevo, circulando así varias veces. Sólo se deja escapar entonces la que se va con las pizarras y lodos, y ésta por ser demasiado impura.

Prepara el taller 250 toneladas diarias y cada una sale á 0,32 pesetas; la mano de obra importa 15 céntimos por unidad.

Que esté dedicado este lavadero al desbaste, no quiere decir que en él no puedan prepararse las hullas como en los demás, á condición de que las pérdidas sean mayores.

*Taller de María Luisa.*—Hemos podido observar hasta ahora, en las descripciones precedentes, poca diferencia en cuanto á la clase y disposición de las máquinas ó aparatos empleados, aunque afectando á veces tendencias distintas, relacionadas con la diferente calidad de las hullas y los fines industriales á que habían de ser destinadas.

D. Luis Adaro, ilustrado ingeniero de Minas é inteligente director de la *Unión Hullera y Metalúrgica de Asturias*, á cuya Sociedad pertenece este interesante taller, prescindiendo de todo sistema cerrado, atendiendo sólo á los principios generales de la preparación mecánica, ha reunido en él todo aquello que prescindiendo de su origen, ha creído más conveniente para la mejor y más económica preparación de los carbones grasos y quebradizos que ofrece este importante grupo.

Merece, pues, el taller de *María Luisa* una descripción especial.

La primera clasificación se efectuaba antes á boca-mina, vacian-

do los vagones mediante volcadores, llamados en el país *básculas*, sobre tres cribas fijas de 4 a 5 m. de longitud y 30 a 35° de inclinación, cuyo fondo, de chapa de acero, tenía perforaciones cuadradas de 45 mm. de lado. El todouno quedaba, por lo tanto, dividido en dos grandes clases; carbones y pizarras mayores de 45 mm. y menudo bruto, cuyas dimensiones se hallan comprendidas entre 45 y 0 mm. Las pizarras y carbones gruesos resbalaban por las cribas, cayendo en tableros donde se efectuaba el escogido, separando las pizarras, que allí se denominan *costeros*, tres ó cuatro *pizarreras* por cada criba, las cuales percibían un jornal medio de 1 á 1,25 pesetas. Limpio el carbón grueso, se transportaba en vagonetas de hierro á los muelles, desde donde se exportaba con el nombre de *carbón cribado*.

Todo esto ha desaparecido ante la poderosa iniciativa y espíritu profundamente observador é industrial del Sr. Adaro.

En vez de comenzar el cribado á boca-mina, como dijimos, viene el todouno bruto en vagones hasta la cabeza del lavadero, donde le vierten, por *báscula*, en una criba mecánica especial, colocada sobre la fosa del menudo bruto. Esta criba, conocida en Alemania con el nombre de *Rollen Rost*, consiste en lo siguiente (figs. 138 y 139):

Una serie de cilindros de acero *aa*, colocados transversalmente y espaciados entre sí 50 mm. se cruzan en sentido perpendicular con los largueros *bb* de un aparato Briart modificado, distantes también uno de otro 50 mm.; de este modo queda formada una rejilla rectangular de 2,20 m. de largo por 1,80 de ancho, inclinada 12 á 15° longitudinalmente, con perforaciones cuadradas de 50 mm. de lado.

Los rollos de acero *aa* pueden girar alrededor de su eje, para lo cual descansan en cojinetes contenidos en los lados mayores de la criba. Una correa *G* conecta la polea del árbol motor con la *M*, imprimiendo movimiento circular continuo á otro *E*, el cual lo trans-

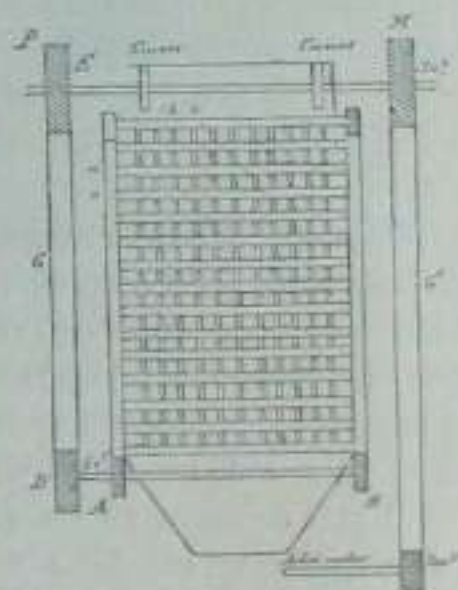


FIG. 138.

mite por la polea *P* y la correa *G* al eje paralelo *AB*. Éste, á su vez, mueve dos poleas *A* y *B*, sobre las que va una cadena plana, cuyos huecos, engranando con los dientes de los piñones en que terminan los rollos, imprimen á éstos una rotación continuada de 12 revoluciones por minuto.

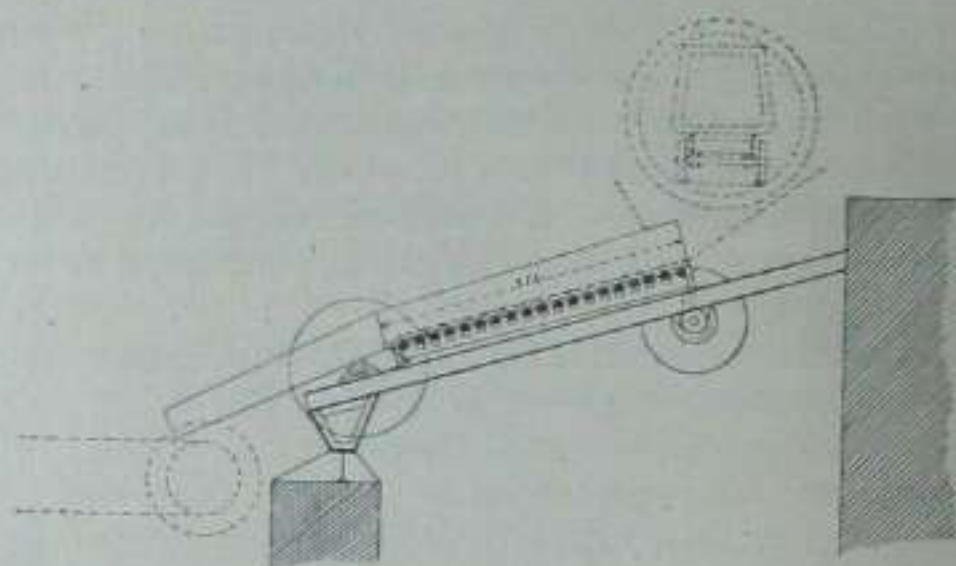


Figura 139.

El aparato Briart va articulado en el eje inferior y el de arriba está provisto de camas que sirven para levantar las púas, de tal suerte que cada fila de éstas describe un arco de círculo cuyo centro se halla en la parte baja, siendo su radio variable con la distancia de las púas al eje inferior. La amplitud del arco quedará determinada por el saliente de las camas sobre el eje.

Además de los movimientos indicados tiene esta ingeniosa criba el de trepidación, merced á dos excéntricos que actuando sobre toda ella, lo acentúan más en la cabeza que en la parte inferior.

Un motor especial actúa sobre todo el aparato que no absorbe un trabajo mecánico superior á  $2 \frac{1}{4}$  ó 3 caballos.

El Rollen-Roxk es, pues, una rejilla, ó si se quiere, una doble parilla de trepidación y de barrotos móviles.

El todouno bruto, al caer por la cabeza ó parte superior, mezclado con agua, se ve obligado á descender, con mayor ó menor rapidez, según convenga, mediante la velocidad angular de los rollos. Sepárase el menudo, ó inferior á 50 mm., cayendo por los

huecos, ayudado, además de su propio peso, por el movimiento ascendente y descendente de las púas del Briart con objeto de destruir la adherencia producida por la arcilla que, más ó menos, envuelve los trozos.

El carbón superior á 50 mm. de dimensión máxima no pasa, y, resbalando por un canalizo, cuyo fondo es de plancha perforada para eliminar el agua adherida (fig. 139), va á un transportador, donde obreros, colocados á uno y otro lado, descartan las pizarras, arrojándolas por coladeros dispuestos al alcance de su mano sobre una ancha cadena sin fin, que las aleja.

De los estudios que acerca del Rollen Roxk, montado en el taller de *María Luisa*, vienen haciéndose, parece deducirse que es un aparato susceptible de gran producción, que no rompe apenas la hulla y desajoja rápidamente los ciscos, aun cuando sean arcillosos.

La hulla separada de las pizarras y de tamaño superior á 50 milímetros, constituye el *cribado*.

El todouno bruto que atraviesa la superficie clasificadora del Rollen, se acumula en una amplia fosa ó depósito capaz de contener unas 300 toneladas, sobre el cual está situado el aparato.

Esta clase, que es la más abundante, como ya dijimos, es la que ha de someterse á la preparación mecánica; para ello hay que sacarla de la fosa, lo cual se verifica del siguiente modo: una corriente de agua que penetra por el fondo de ésta arroja el menudo bruto dentro de los cangilones de una noria que ha de elevarlo á una altura de 10 á 12 m. á que está la tolva correspondiente á la criba de Coxe. Como el contenido de los cangilones ha de ser variable, la polea motora de la noria tiene una manivela, á cuyo extremo se halla unida (fig. 140) la cadena que, al mover la polea, abre más ó menos la compuerta para graduar la carga.

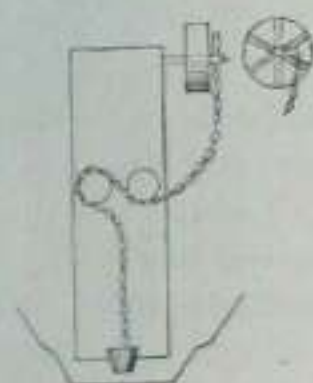


FIG. 140.

La *criba giratoria, sistema Coxe*, como se sabe, es un aparato norteamericano, cuya patente tiene en Europa la conocida casa G. Pinette, de Chalons Saone (Francia), y que viene á realizar mecánicamente los movimientos giratorio y de trepidación comunicados al harnero movido á mano para la limpia de los cereales.

La fig. 141 da idea de su aspecto y disposición general.

Consiste la que vimos funcionar en el *Taller de María Luisa* en una caja cuadrangular de chapa de acero de 2 a 2,30 m. de longitud, 0,80 a 1 de ancho y 0,50 a 0,70 de altura. Los croquis ó diseños representados en las figuras siguientes indican su manera de funcionar.

En la parte media del fondo de la caja hay un eje vertical *a* (figs. 142 y 143) que por medio de una transmisión angular conecta-

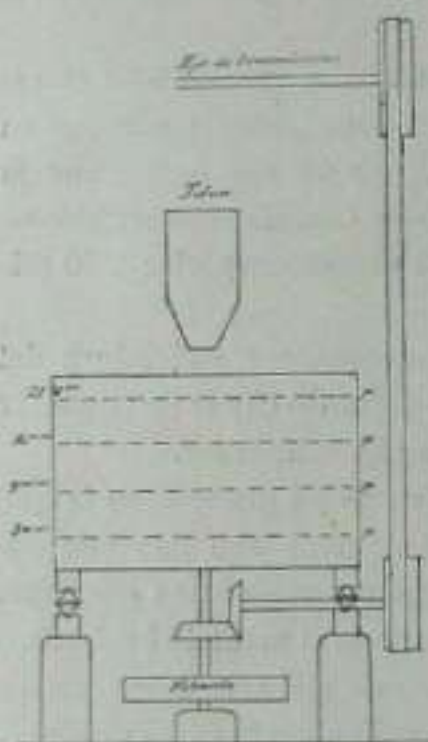


FIG. 142.

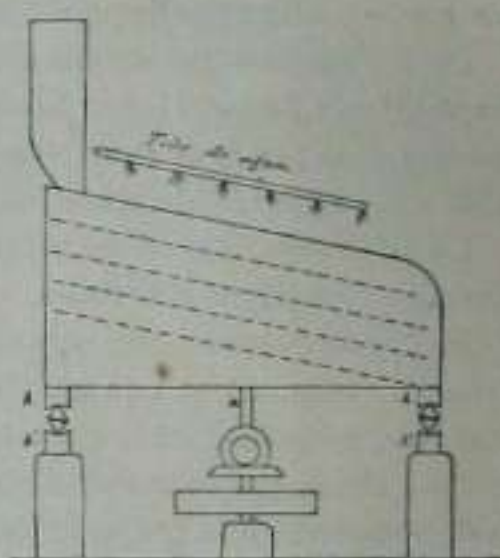


FIG. 143.

da con el árbol general *b*, mediante una correa *c*, da 140 vueltas por minuto, igual velocidad que tiene el eje horizontal, pues el diámetro de las ruedas de engrane es el mismo. Al eje vertical va unido un volante para regularizar el movimiento.

La caja es de chapa fuerte, inclinada longitudinalmente, y en su interior hay cuatro palastros de acero superpuestos, *p, p, p, p*, é inclinados también, con perforaciones cuadradas de 27, 16, 10 (1) y 5 mm. de lado, que la dividen en cinco compartimientos provistos cada uno de un pico ó vertedero y un canalizo de chapa por donde salen las diversas clases en que por sus diferentes tamaños queda

(1) La clase correspondiente á este calibre se denomina 9 en el taller, y así la llamaremos en el resto de la descripción.



FIGURE 141





dividido el menudo bruto. Se facilita y activa la operación mediante un tubo de hierro doblado en U, horizontalmente colocado en la parte superior de la caja (fig. 143), con perforaciones por donde sale agua a presión. La clasificación antedicha no es constante, sino todo lo contrario, para lo cual se tienen varios juegos de chapas perforadas, fácilmente sustituibles con objeto de variar, poco menos que en marcha, el calibrado, según la proporción en que los tamaños entran en el carbón bruto que va llegando a la fosa.

Lo más ingenioso del aparato son los apoyos de la criba y la manera como se efectúa su movimiento. En la base y en los cuatro ángulos de la caja existen unas piezas de acero cuyo interior es cónico  $h$ , las cuales se corresponden con otras iguales, aunque en sentido inverso  $h'$  colocadas en el bastidor que soporta la criba. Entre ellas se coloca otra que afecta la forma de dos conos unidos por su base  $K$ , la cual, apoyándose constantemente, según una generatriz, en cada una de las otras (fig. 144), reproduce el movimiento que un labrador da al harnero en la limpia de granos.

Los resultados de esta criba son excelentes, sobre todo en el lavado del carbón, cuando es quebradizo, pues como la clasificación se verifica rápidamente, casi al mismo tiempo de caer el menudo en las chapas perforadas, no se destroza la hulla. Tiene además gran potencia clasificadora relativamente a su superficie, por lo tanto, mucha producción y sólo exige un trabajo mecánico para funcionar, de tres a cuatro caballos.

La conservación y reparación son poco costosas, pues aunque el doble cono (*peón*) de acero especial muy duro, es la pieza sujeta a mayor desgaste, dura mucho tiempo, sobre todo si se cuida de engrasarla frecuentemente con una mezcla de aceite mineral y de oliva, inyectada con una bombita.

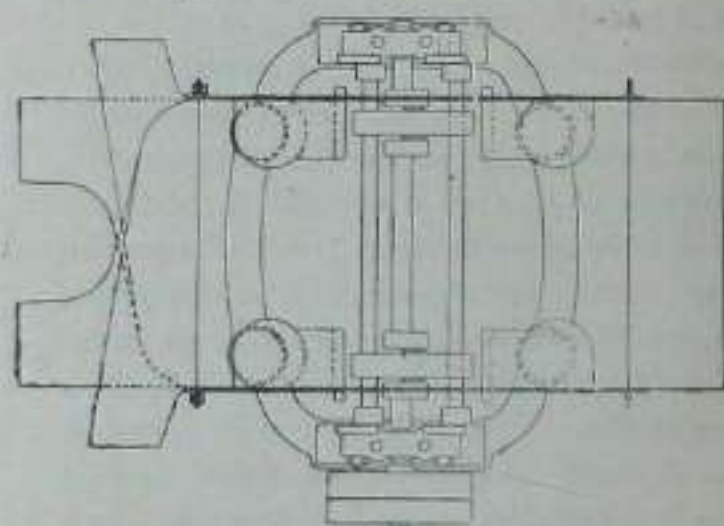
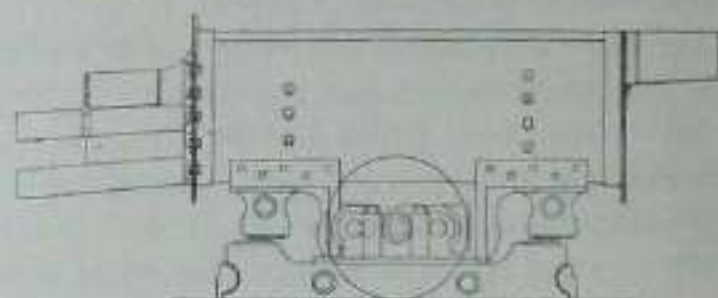
Recientemente, el ilustrado ingeniero de minas, D. Ramón Urrutia, ha sustituido los conos por bolas de acero, alojadas en alvéolos esféricos tanto en la caja como en el bastidor, análogos a las cavidades cónicas de que antes hablamos. Las figs. 145 y 146 representan en sus dos proyecciones dicha criba, que, según se nos ha dicho, funciona en el *Taller de Santa Bárbara*, instalado por la *Unión Huilera y Metalúrgica de Asturias*, después de nuestra visita.



FIG. 144.

La criba de Coxe, que funciona en *María Luisa*, divide, pues, al menudo bruto en cinco clases:

1. <sup>a</sup> —45 a 27 mm. ....	Galleta.
2. <sup>a</sup> —27 a 16 " } .....	Granza
3. <sup>a</sup> —16 a 9 " }	
4. <sup>a</sup> —9 a 5 " }	Menudo lavado.
5. <sup>a</sup> —5 a 0 " }	



FIGURAS 145 Y 146.

Las tres primeras conducidas por canalizos adecuados, se lavan cada una en su criba fija de dos compartimientos, sistema *Humbolt*, que en un minuto dan 55, 65 y 80 emboladas respectivamente. La descarga de pizarras se verifica a mano, abriendo más ó menos la válvula; y la cantidad de agua se gradúa por medio de un grifo. Todas estas operaciones las hace un muchacho que gana un jornal de 1 a 1,25 pesetas bajo la vigilancia del maestro lavador.

Corresponden a estas cribas dos fosas donde se recogen los pro-

ductos lavados, pudiendo hacer las siguientes combinaciones que corresponden á clases que la industria demanda:

Galleta escogida	45 á 27 mm.	Proveniente de la criba (45 á 27).
Granza buena	27 á 9 ..	De las cribas de (27 á 16) y (16 á 9).
Galleta ordinaria	45 á 16 ..	} Mezclando lo proveniente de la (45 á 27) con mitad de la que procede de la de (27 á 16).
Granza común	27 á 16 ..	

Dos norias, movidas por el árbol general, suben los productos lavados de ambas fosas hasta dos torres ó agotadores adosados al edificio que alberga el lavadero. De estos se vierten en los vagones mediante una compuerta inferior.

Las pizarras se acumulan en una fosa contigua y una noria después, la vuelca en un canalizo que desagua en la alcantarilla general.

Los fondos de tina, formados por pizarras y carbón en polvo que ha atravesado las rejillas de las cribas *Humbolt*, salen en cada una por tubos especiales reuniéndose las tres en uno, que los conduce á un depósito de sedimentación, en cuyo fondo se estratifica la hulla cuyo tamaño es inferior á 9 mm. Dicho estrato, elevado por una noria, cae en el canalizo, que desde la criba de Coxe, da salida á la 4.<sup>a</sup> clase ó sea la comprendida entre 9 y 5 mm. y todo junto va á los aparatos concentrados.

Esta mezcla se hace pasar primero por un aparato de corriente de agua ascensional llamado *Strom* de desbaste ó *purgador de pizarras*, empleado en las modernas instalaciones de la casa *Humbolt*, á fin de descartar desde luego gran cantidad de materias densas. Consiste como sabemos, en una caja suspendida y en comunicación con el canalizo general, á la que se hace llegar por la parte inferior una corriente de agua á presión, graduada por llave. Sometidos los trozos, que caen dentro de la caja, á la impulsión ascendente del agua inyectada, se dividen en razón de sus densidades, acumulándose la pizarra en el fondo y continuando el carbón menudo á lo largo del canalizo. Para poner en marcha el aparato se entreabre primero la llave que da acceso al agua y luego la de salida de pizarras. Al principio el carbón sale sucio, pero después aparecen las pizarras bastante puras; entonces se cierra poco á poco la llave inferior, con lo

cual, disminuyendo progresivamente la sección de salida de las substancias densas, se aumenta la presión interior en la caja, continuando así mientras no se obstruya el orificio. Cuando esto ocurre se abre cada vez más la llave del agua clara hasta conseguir pizarra completamente lavada, en cuyo caso entra el purgador en marcha normal.

Este sencillo aparato da excelentes resultados, no sólo por la rapidez de su marcha, sino por la limpieza de los productos. Los ensayos verificados con las pizarras que se evacúan, han dado por regla general un contenido en cenizas de 85 a 88 por 100, lo que demuestra lo exiguo de la pérdida en carbón. En *María Luisa* hay dos para los finos.

Libres ya de la mayor parte de las pizarras, pasan los menudos a dividirse, según su equivalencia, en un aparato, ampliación del anterior, llevada á cabo por el Sr. Adaro, con objeto de transformarlo en clasificador.

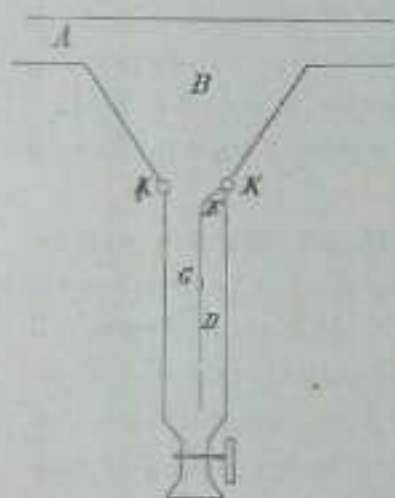


Fig. 147.

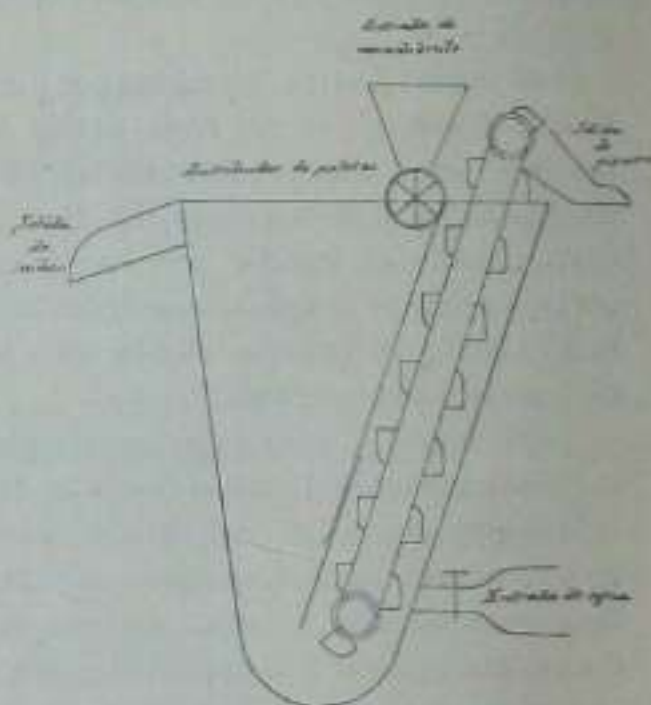


Fig. 148.

El Strom, que hasta ahora sólo había servido en los talleres para limpieza de los trozos ó desbaste de las materias, aplicado á la clasificación, afecta la forma que en corte representa la fig. 147.

Consiste el *Strom clasificador* en un Strom ó purgador ordinario G, coronado por una tolva ó *spitzkasten B*, de paredes móviles

mediante visagras, situadas en K K, á fin de variar la inclinación y con ella las condiciones de trabajo, según la viscosidad y el tamaño de las materias.

Al compartimiento D, de los dos en que el tabique vertical divide la caja y aparece á la izquierda de la figura, llega una corriente de agua procedente de un depósito superior por un tubo, que no se ve en el diseño, pero que supondremos proyectado en D.; asciende el líquido para recobrar su nivel, comprimiendo el aire del aparato que, alojado en E, desempeña, merced á su escasa compresibilidad, el oficio de resorte ó regulador de la corriente. Ascendiendo esta por G, arrastra en su movimiento las substancias que por su densidad y forma no pueden vencerla, haciéndolas seguir el canalizo A. Las más densas caen en el recipiente G, ganan su fondo y salen por el tubo inferior, cuyo régimen gradúa una llave.

Como el agua sale en notable cantidad con el depósito más denso, no deja de ser importante su consumo. Puede disminuirse con la disposición indicada en la fig. 148, donde la extracción la verifica una noria de cangilones perforados. El tubo de entrada para el agua que en la anterior figura no se vé, aquí es perfectamente visible.

El Strom clasificador se gradúa y regula de la misma manera que el purgador ó de desbaste. Funciona con gran resultado, sobre todo tratándose de carbones muy finos (*laminas*), que conviene clasificar con anterioridad á su concentración en cribas filtrantes como las que describiremos después. Produce dos clases, una de 2 á 5 mm., que sale por el tubo, y la superior, de 0 á 2, que sigue el canalizo.

Se ha antepuesto el Strom á los aparatos lavadores, por dos razones: la primera, porque la clasificación pudiera no ser todo lo perfecta que fuera de desear, y la segunda, porque mezclándose con la clase 9 á 5 mm. los fondos de tina, de tamaño muy variable, es de todo punto necesario clasificar el conjunto antes de someterlo á la concentración.

La caja piramidal superpuesta al Strom, cuyas caras varían de pendiente, según abunde en momentos dados una ú otra clase, constituye un clasificador por equivalencia muy práctico y de excelentes resultados.

Acumúlanse en el fondo los trozos de carbón más voluminosos, continúan los pequeños, arrastrados por la corriente, uniéndose en el trayecto con los de 5 á 0 mm., procedentes del canalizo de la

última clase, producida por la criba de Coxe y pasan juntos a los aparatos de concentración.

La hulla que ha quedado en el fondo del Spitzkasten corre mez-

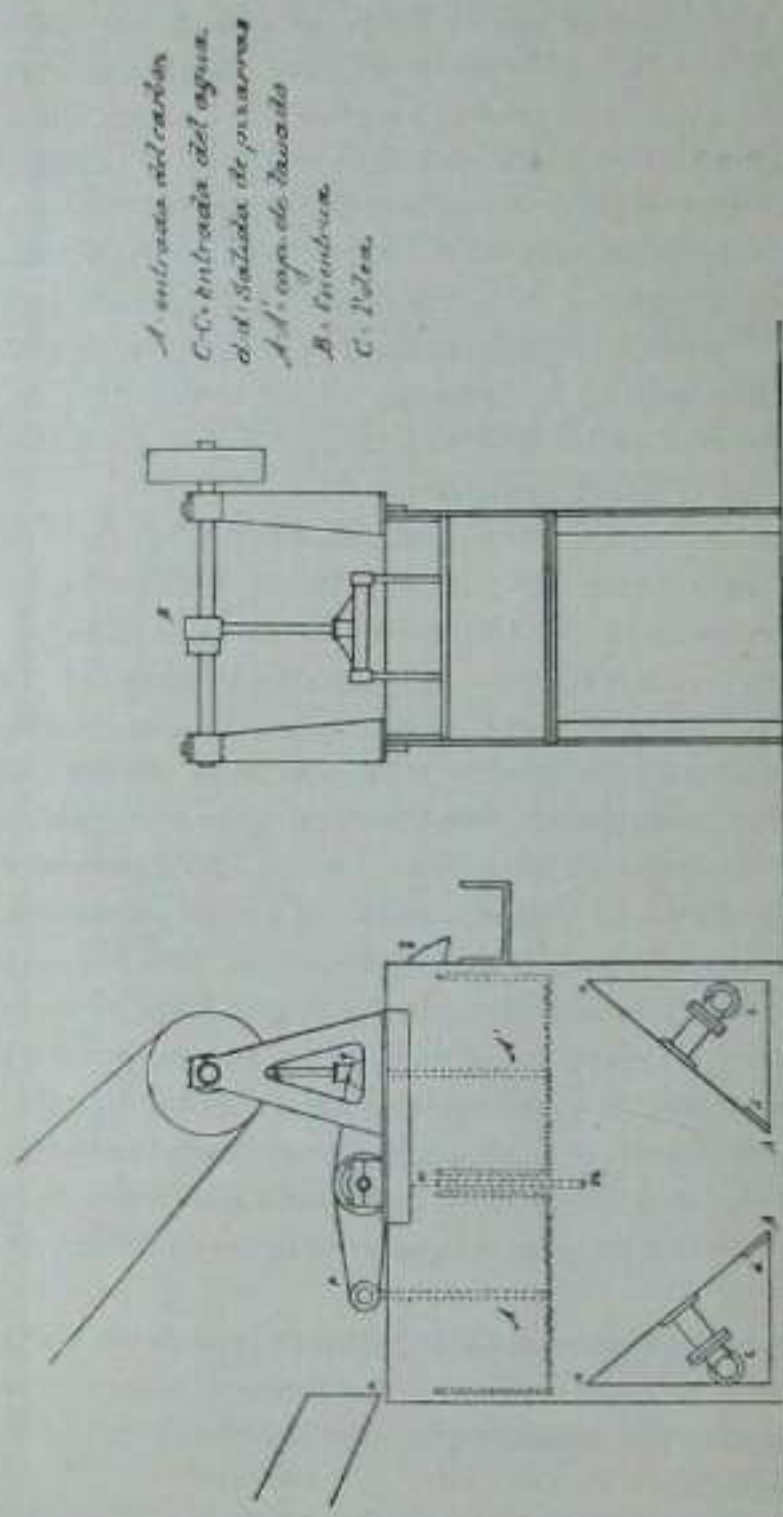


Fig. 155

Fig. 149

clada con el agua por un canal que se divide a poco en tres, cada uno de los cuales desemboca en una *criba de Scheppard*.

Éstas, como sabemos, fundadas en distintos principios que las de émbolo, son aparatos sumamente á propósito para la clase que nos ocupa.

Consisten, como indican las figs. 149 y 150, en dos cajas con fondo perforado  $A, A'$ , suspendidas por varillas de ambos extremos de un balancín; la tina, casi toda de madera, pues sólo son de arrabio los planos inclinados  $\alpha, \beta$ , se halla dividida en dos compartimientos iguales por el tabique  $m, n$ , dentro de los cuales accionan las cribas. El movimiento del aparato se consigue transmitiéndolo desde el eje general á poleas unidas á excéntricas, con objeto de poder cambiar á voluntad la amplitud de la embolada. Por intermedio de bielas, se imprime á los balancines de las diferentes cribas un movimiento circular que cambia en rectilíneo alternativo, merced á las varillas. Llena de agua la tina y puesto en marcha el aparato, el carbón penetra por  $a$ , sufre un primer lavado en el cajón  $A$ , merced al cual se separa de la pizarra gruesa y más pura, pasa después al  $A'$ , donde acaba de depurarse y sale ya limpio por el vertedero  $b$ .

La pizarra que atraviesa las planchas perforadas se reúne en el fondo de la tina y sale continua ó intermitentemente merced á las válvulas  $d, d$ . La salida continua, á más del gasto de agua que supone, tiene el inconveniente de disminuir la presión debajo de la superficie clasificadora, corriéndose el riesgo en este caso de perder combustible. Para evitarlo basta cerrar las válvulas de salida de cuando en cuando, lo cual aumenta la subpresión, abriéndolas á intervalos y en cada uno, sólo el tiempo preciso para descartar las pizarras.

La mejor manera de regular la presión y cantidad de agua, es sencillamente abrir más ó menos las llaves  $C, C$ , por donde entra el líquido, hasta conseguir que con una salida constante no haya pérdida de carbón; mas si por cualquier causa el agua escasea ó aun cuando se hallen completamente abiertas no entra en cantidad bastante, habrá que cerrar las válvulas  $d, d$  con objeto de perder la menor posible. Las cribas que funcionan en el lavadero de *María Luisa* tienen  $0,92 \times 0,84$  m. de superficie clasificadora y las demás dimensiones relativas que las figuras manifiestan. La primera lava finos de 5 á 10 mm., las otras dos de 2 á 5 en cantidad de 3,5 toneladas de carbón bruto por hora, sobre filtros de feldespatos de 10 y 15 mm. de espesor, efectuando inmersiones de 2 cm. para los más

gruesos y de 1 en los finos, en razón de 160 y 180 revoluciones por minuto que verifican las respectivas poleas.

Constituyen el fondo de las cribas, que son como hemos dicho, rectangulares, planchas metálicas en que las luces son de 12 mm. en la primera y de ocho en las otras dos. Sobre él se coloca el filtro de feldespató, que aprisiona las pizarras, haciéndolas después atravesar las perforaciones y dejando libre el carbón. La salida de éste, arrastrado por el agua, se verifica de un modo continuo por una abertura horizontal practicada en el costado, graduando el régimen una compuerta que puede levantarse más ó menos.

Regúlase la carga y la velocidad de salida en cada criba por medio de un dique de altura variable.

La salida de las pizarras reunidas en la parte inferior es también constante, como dijimos, graduándose á voluntad, según la mayor ó menor amplitud de las oscilaciones.

El carbón lavado procedente de las tres cribas, se reúne en una fosa ó depósito general, al que acude á su vez el que proviene de la última clase, de cuya depuración aún no hemos hablado.

Alguna vez, sin embargo, se intercepta la comunicación del vertedero de la primera criba, recogiendo aparte el producto de ésta, que se almacena con el nombre de *granadillo*.

Réstanos, pues, tan sólo ocuparnos del *menudo*, ó sea de la última clase que origina la criba de Coppée, es decir, de los trozos comprendidos entre 5 y 0 mm. Éstos, unidos como se dijo, á la parte más ligera de las dos que separó el Strom clasificador, van á purificarse á cribas filtrantes en cascada, de tipo análogo al del Harz. El sistema consiste en un gran cajón de madera, dividido por dos tabiques transversales en tres compartimientos independientes, dos iguales y otro menor que los demás. Cada compartimiento á su vez se halla dividido en dos por un tabique normal á los anteriores, que no llega al fondo, ocupando uno de ellos el émbolo y otro, que es el mayor, el tamiz sobre el que va el filtro ó cama de feldespató.

Las condiciones de las cribas fijas y escalonadas constituidas por los tres últimos compartimientos, son los siguientes:

1.<sup>a</sup> Luz de la tela, 7 mm.—Espesor de la cama, 30 mm.—Número de emboladas, 160 por minuto.

2.<sup>a</sup> Luz de la tela, 5 mm.—Espesor de la cama, 50 mm.—Número de emboladas, 180 por minuto.



3.º Luz de la tela, 3 mm.—Espesor de la cama, 80 mm.—Número de emboladas, 214 por minuto.

El fondo de la tina ó cajón correspondiente al tamiz tiene la forma de una pirámide invertida, por cuyo vértice salen las pizarras al depósito, del cual se llevan en vagones al vertedero. El carbón lavado sale de modo análogo al proveniente de las cribas Scheppard yendo á parar, como dijimos, á la misma fosa que los productos de éstas. De ella lo saca una noria, cargándolo directamente en vagones del ferrocarril de Langreo ó en los de la Sociedad, para ingresarle en almacén, si no hay pedido.

El agua necesaria al lavadero se toma del río Villar por un caz que la conduce á un estanque, del cual se eleva á otro (*depósito regulador*) situado en la parte alta del taller por medio de una bomba centrífuga, sistema Bobey, de 600 vueltas por minuto que aspira en este tiempo 6 m<sup>3</sup>. de agua. Un bien entendido sistema de distribución general, en cuya ejecución tomó parte el Sr. Urrutia, reparte el líquido á las cribas, Stroms, etc., desde el regulador de que hemos hablado, que es de chapa de hierro y está á 10 m. de altura sobre el piso. Las aguas sobrantes van en tiempos normales á la alcantarilla ó colector general, pero en los de sequía vuelven, pasando antes por unos reposadores, al estanque para ser de nuevo elevadas por la bomba y seguir su ciclo.

El motor, construido en los talleres de Cifuentes, Stoldt y C.<sup>ª</sup>, de Gijón, es una máquina de vapor, horizontal, de un solo cilindro, doble efecto, expansión variable, distribución Rieder, con volante, conectada con el eje general, que da 100 vueltas por minuto y que desarrolla un trabajo de 45 á 50 caballos, que es el necesario para el funcionamiento de todo el lavadero (1).

Dos calderas de hogar interior, fabricadas en los mismos talleres de Gijón con chapas de La Felguera, suministran el vapor necesario á una presión de 4 á 5 atmósferas.

Produce el taller de *María Luisa* 250 á 300 toneladas de carbón lavado, en diez horas, con una pérdida de un 20 á 22 por 100.

El personal y jornales que éste devenga son los siguientes:

---

(1) Estos y algunos datos de los expuestos, los debemos al distinguido ingeniero de minas D. Daniel de la Escosura, director que era de la instalación.

Un maquinista y lavador. . . . .	4,50 á 5,00 pesetas.
Un fogonero . . . . .	3,00 á 3,50 "
Dos ayudantes. . . . .	4,00 á 4,50 "
Un muchacho. . . . .	1,00 á 1,25 "
Tres basculadores. . . . .	5,25 á 6,00 "
Dos obreros espalando en la fosa. . . . .	3,00 á 4,00 "

La proporción entre los productos preparados puede calcularse en un

50 por 100 de <i>menudo</i> lavado.
25 idem de <i>galleta</i> .
25 idem de <i>granza</i> .

con 7,50 á 8 por 100 de cenizas en el *menudo* (0 á 10 mm); en las *galletas* y *granzas* no llega á 5.

*Clasificador del todouno limpio natural.* — El grupo *María Luisa* explota capas muy puras: cuando la hulla sale casi limpia de la mina por provenir de éstas, se comprende que al someterla como las demás á una preparación mecánica general se pierde tiempo y dinero: el carbón, además, se desmenuza.

Penetrado de esta idea el reputado ingeniero de minas y activo Director de la *Unión Hullera*, D. Luis Adaro, secundado por el inteligente ingeniero de minas D. Ramón de Urrutia, director local de aquella mina, ha montado un nuevo y sencillo taller (fig. 151), que funciona del modo siguiente:

El todouno se vierte en un gran *raelfer* de 50 mm. de luz que produce *cribado* y *menudo*. Aquél se almacena ó extrae, y éste se acumula en una fosa ó depósito inferior del cual asciende, en los

cangilones de una noria, hasta dos cribas superpuestas, con luces de 30 y 15 mm., sometidas á 200 sacudimientos por minuto, sin que por este gran número de vibraciones se rompa demasiado el carbón

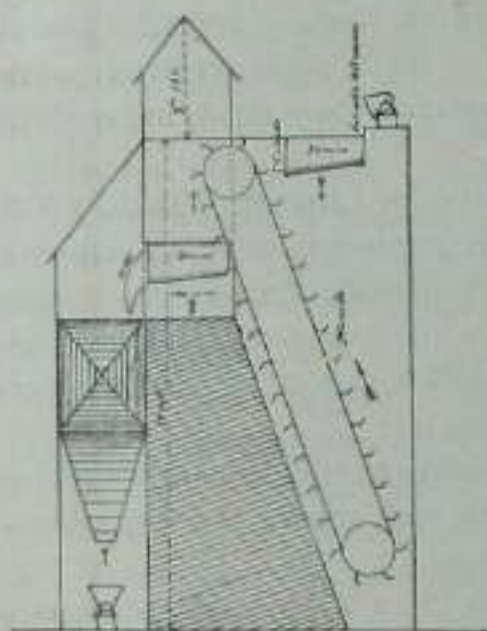


FIG. 151.



ni peligre la estabilidad del edificio, pues dichas cribas están reguladas y equilibradas por volantes y contrapesos.

La marcha del sistema es suave y regular, dando tres clases que se ponen aparte y se venden con las demás.

Merced á lo rápido de la clasificación se produce, relativamente, poco menudo.

Mueve el taller una pequeña máquina de seis caballos.

Delante del edificio hay tres torres de acero y madera para recoger los productos, por bajo de las cuales circulan las vagonetas que hacen el servicio general de los cargaderos.

No pudimos adquirir datos económicos ni de producción, por el poco tiempo que llevaba instalado.

## TALLERES PALENTINOS

### CUENCA DEL RUBAGÓN Ó DEL VALLE DE SANTULLÁN

*Taller de Barruelo.* — Al Noroeste de Quintanilla, estación del ferrocarril de Palencia á Santander, situada á 104 km. de aquella capital y 388 de Madrid; se halla instalado el importante establecimiento carbonífero de *Barruelo*, perteneciente á la Compañía de los ferrocarriles del Norte de España: á orillas del Rubagón, afluente del Pisuerga, enlazado con Quintanilla por una vía de ancho normal; goza de excelentes condiciones, pues tiene agua abundante y facilidad de transportes. De su desarrollo y situación puede juzgarse por la vista panorámica que acompaña (fig. 152).

La hulla procedente de sus minas, cuya producción media es de 200 á 220 toneladas diarias, viene del modo indicado en el capítulo de transportes, hasta una superficie clasificadora de 4 m. de largo por 2,50 de ancho, formada con carriles viejos, paralelos entre sí, cruzados por varillas de hierro, de tal modo, que dejan huecos rectangulares, de 8 X 10 centímetros. Lo que no pasa, ó sea el grueso, va á un plano inclinado de chapa de acero con perforaciones de 40 mm., y de ahí á otro de menor inclinación, donde mujeres colocadas á ambos lados, separan á mano las pizarras que arrojan, recogiendo el carbón en cestos que, después de pesados, vierten otros obreros en el almacén, para ir constituyendo el *cribado*.

El carbón que atraviesa la superficie clasificadora, ó sea el *menudo*, cae en el interior de una tolva que, al vaciarse, lo hace entrar en los cangilones de una noria, mediante la cual pasa á un tromel de 5 m. de diámetro, formado de chapa de acero con luces circulares de 40 mm. Lo que no atraviesa el tromel, se llama *hulla medio granada*, y sufre un escogido antes de almacenarse; lo que pasa, que allí denominan *menudo bruto*, comprendido entre 0 y 40 mm., cae dentro de una tolva de 2  $\frac{1}{2}$  toneladas de capacidad, y de ésta á otra, provista en su parte inferior de una especie de persianas de tabletas giratorias, con objeto de distribuir el carbón uniformemente en la torre del *lavador de Exrard* que es el aparato de que se valen en *Barruelo* para depurar el menudo.

Tanto aquél, en que el vapor pone en movimiento al líquido, como el de *Marsant*, fundado en el principio del agua en reposo, y algún otro no tan conocido, son aparatos destinados, como se sabe, á evitar la *succión*, y por lo tanto, la pérdida de lodos carbonosos al suprimir el retroceso de la carga á través del agua. Constituye, pues, el *Taller de Barruelo*, una excepción, respecto á los que llevamos descritos, pues si bien es cierto que en algunos se ha tenido en cuenta, sólo en casos determinados, la *succión*, en el que nos ocupa ha sido la base primordial de su instalación.

El *lavador Exrard* que allí funciona desde principios del año 1881, dentro del edificio que forma el último término de la fig. 153, y aparece á la derecha de la fig. 24, es de condiciones ordinarias; la torre ó prisma de clasificación, es de chapa de hierro, presentando una sección recta cuadrada de 1,35 m. de lado. Á unos 3 por bajo del borde superior, se halla la superficie clasificadora, formada por una plancha de acero de 7 mm. de grueso, con perforaciones de 10, cosida al fondo de la caja de clasificación, que es de hierro, y hay que reemplazar cada tres ó cuatro años, pues se raya y desgasta constantemente por la dureza del carbón.

La manera de funcionar el aparato es la ordinaria, salvo algunos pormenores que consignaremos. Lávanse seis cargas por hora, con pérdidas que varían entre 15 y 18 por 100 de hulla, saliendo cada tonelada, en una proporción diaria de 200, á todo coste y con amortización, á unos cincuenta céntimos de peseta.

El agua necesaria para el funcionamiento del aparato viene del río por una atarcea á los depósitos; el vapor, que puede producir un

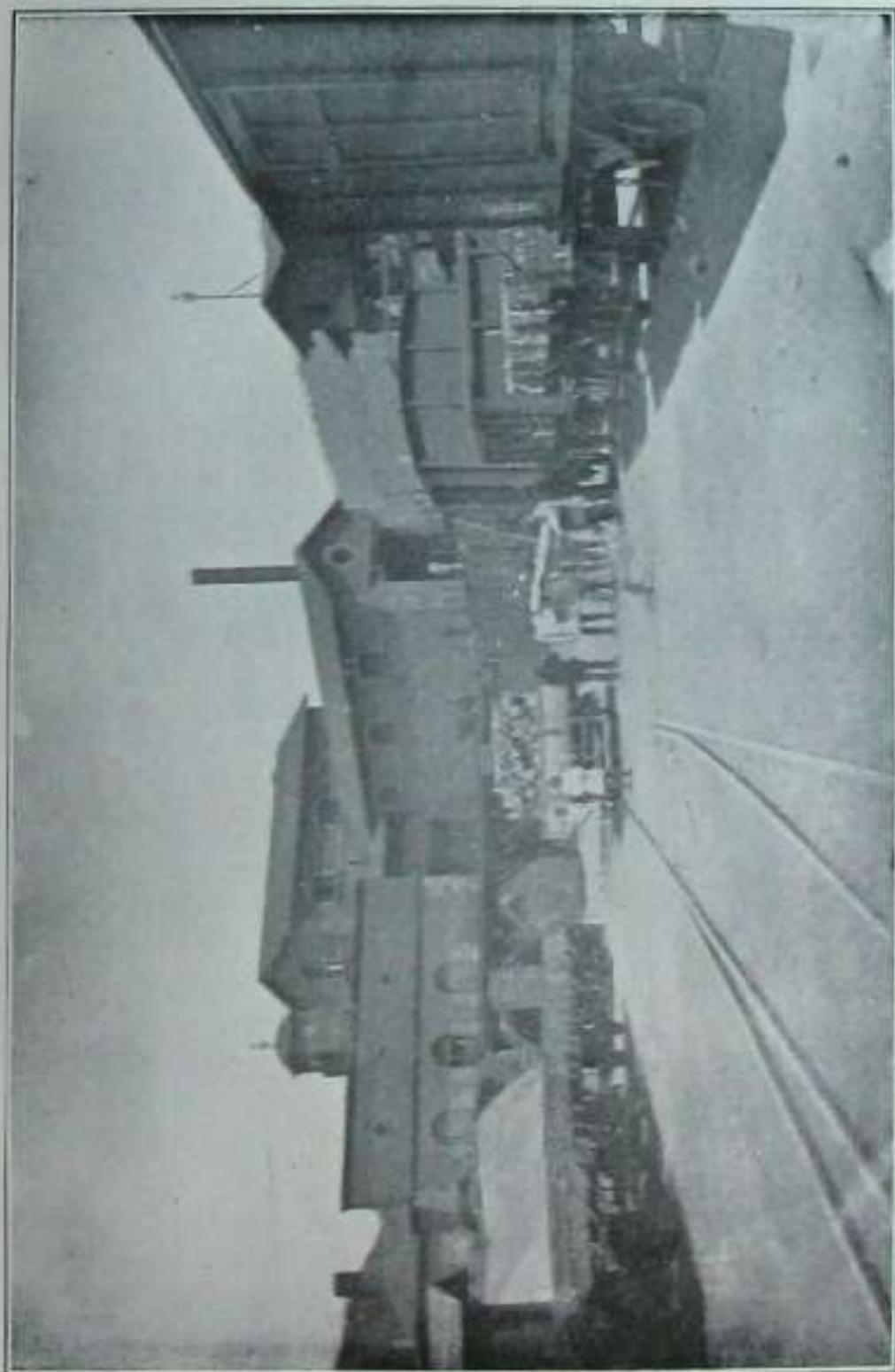


FIGURA 103



ascenso máximo de 4 m., proviene de calderas instaladas en el mismo edificio que cobija al lavador. Dicho edificio con la máquina costaron en total 150.000 pesetas.

El líquido que sale por los bordes va á un decantador, donde se aposa, reuniéndose la parte más ligera del depósito carbonoso, que es casi pura, en unos vagones que lo llevan al almacén, y la inferior, ó sean los *schlamm*s, se pone aparte, pues contiene un 15 ó un 18 por 100 de cenizas.

La raedera, que allí llaman *rastrillo*, funciona de la manera ordinaria.

El carbón lavado se transporta en vagones á un montacargas, que lo eleva á una estacada existente á la izquierda de la figura 24, que sirve de secador, escurriéndose naturalmente el agua interpuesta, hasta caer en unas rejillas y de éstas á canales que la conducen á los depósitos. Antes se amontonaba el menudo lavado sobre un cañón de bóveda de bastante longitud, dentro del cual y por un extremo había una parrilla en que se quemaba combustible de mala calidad, y por el otro una chimenea que, al producir el tiro consiguiente, hacía recorrer los gases de la combustión á lo largo de la bóveda. Esta manera de desecar el carbón comercial fué desechada por ineficaz, sustituyéndola por el sistema descrito, más sencillo y de mejores resultados.

Estudiando prácticamente el lavador de Evrard, como hemos tenido ocasión de hacerlo en *Barruelo*, se observa que al lado de la comodidad ocasionada por la sustitución del émbolo en las impulsiones, pues éstas las regula una llave graduando más ó menos la entrada de vapor, de que además el agua no se vea obligada, como en las cribas ordinarias, á cruzar dos veces la carga originando al descender la absorción consiguiente y con ella el arrastre mecánico de lodos carbonosos muy puros, disminución de solar respecto á otros lavaderos, de mano de obra, etc., presenta algunos inconvenientes, que originan una insegura depuración y un rendimiento que no es el que debiera esperarse. Dejar al obrero la intervención exclusiva en la descarga, es poner en su mano la marcha del taller. Si da el corte alto ó hace funcionar el rastrillo á pocos centímetros del depósito superior, el carbón ciertamente será muy puro, pero hará disminuir la producción respecto del que haya alcanzado ya condiciones industriales. Si le da bajo, aumenta ésta, pero el carbón podrá te-



ner mayor cantidad de cenizas que la tolerada para la venta. En una palabra: la atención y la pericia del obrero gradúan los beneficios de la Empresa.

El hecho es que en *Barruelo* cada 10 ó 12 operaciones, á lo más, hay que relavar el carbón depurado, y lo normal es que se relave cada cinco.

Otro de los defectos inherentes al sistema, es la falta de clasificación por tamaños previa y esmerada, que Evrard no creía necesaria, y que en *Barruelo*, como hemos visto, deja mucho que desear.

Por lo demás, el aparato está bien instalado, y su marcha, dentro de las condiciones generales, es satisfactoria.

En edificio aparte, que aparece en primer término á la izquierda de la fig. 153, se hallan instaladas dos cribas Berard, al presente sin uso. Sólo difieren del tipo general en que en vez de salir la pizarra por compuerta, se descarga transportada por los cangilones de una noria, y las alturas del carbón pueden apreciarse mediante unos indicadores especiales de metal blanco para que no se oxiden.

Debemos consignar nuestra gratitud á D. Rafael Rubiera, inteligente Director de la explotación de este notable y bien montado establecimiento, por su exquisita amabilidad y provechosos datos que, tanto en esta materia como en otras relacionadas con esta Memoria, nos ha suministrado.

*Taller de Orbó.*—En la misma cuenca del Rubagón, próximas al apartadero de Cillamayor, del ferrocarril de Quintanilla á Barruelo, se hallan las minas de hulla de Orbó, pertenecientes á la *Sociedad Esperanza*.

La preparación mecánica que allí emplean es muy sencilla; queda reducida á una clasificación por tamaños y un escogido á mano en los mismos tajos, á veces, y otras en sitios especiales, adonde llega la hulla en vagones.

El carbón piritoso que allí se explota se hace resbalar á lo largo de dos parrillas rectangulares, superpuestas, bastante inclinadas, de 5 á 6 m. de largo por 1,50 de ancho, formadas, generalmente, de carriles paralelos distanciados 40 mm. en la superior y 25 en la inferior. La hulla que no pasa por la primera, constituye el *cribado*; la que no atraviesa la segunda, la *galleta* ó *granadillo*, y la que pasa por ambas, el *menudo*.

Las dos primeras clases se escogen minuciosamente á mano,

para descartar las piritas y pizarras, y la tercera, ó sea el menudo bruto, se repasa arrojándolo á pala contra un zarzo ó bastidor inclinado rectangular de 1,20 m. por 0,65, provisto de una tela metálica de 25 á 30 mm. de luz. La hulla que resbala á lo largo del zarzo sin atravesar la tela metálica, se reúne con el granadillo y la que pasa constituye el menudo, que se vende en tal estado.

Los precios sobre vagón eran los siguientes:

Grueso ó de tamaño superior, 40 mm., 16 á 17 pesetas tonelada.

Menudo menor, de 40 mm., 9 á 12 ídem íd.

La hulla grasa se vende *todouno*, es decir, como sale de la mina, hasta 13 pesetas tonelada. Producen estas minas hullas excelentes y de gran potencia calorífica.

El carbón no se lava, sólo sufre una clasificación por tamaños. La depuración ó apartado de la pizarra y de la pirita, se verifica á mano por un sencillo y minucioso escogido.

Al Director de explotación é inteligente capataz facultativo de minas D. Marcelino Rodríguez San Pedro, debimos todo género de atenciones, que nos complacemos en consignar.

Las demás cuencas palentinas de los ríos Pisuerga, Carrión y San Cebrián, tienen paralizados los trabajos de la mayor parte de sus minas, y las pocas que se investigan ó explotan, no han pasado de una preparación mecánica rudimentaria, impropia de mención especial. En algunas, sin embargo, según se nos dijo, tratan de montar, desde luego, importantes lavaderos.

## TALLERES LEONESES

### CUENCA DEL ESLA

*Taller de Sabero.*—Unido por un ferrocarril especial, á la Estación de Cistierna, del minero de La Robla á Valmaseda, se halla el conocido *Establecimiento de Sabero*, fundado en 1840, y hoy con otras minas, en poder de una Sociedad de Bilbao.

Tampoco la preparación mecánica de la hulla ofrece allí caracteres notables. Es análoga á la de *Orbó* en el calibrado, difiriendo sólo en que, además, se lavan los menudos.

En el delicioso valle de Vegamediana, cuyo aspecto nos es conocido por la fig. 154, y de que tendremos otra vez que ocuparnos, existen cribas fijas rectangulares de 6 m. por 2,50 cada una, ligeramente inclinadas, cuyo fondo se halla formado por barras redondas de hierro, separadas entre sí 40 mm. La hulla que allí se conduce en vagones, se arroja por el borde superior, y una parte no pasa, que es el *cribado*, y otra lo consigue, constituyendo el *menudo bruto*.

El cribado, que es próximamente el 10 al 12 por 100 del todouno, se escoge á mano por mujeres, y cargado en vagones, pasa al almacén directamente ó á la estación de Ciestierna para el transporte hasta los centros de consumo.

El menudo bruto se hace pasar por una segunda criba, formada de análoga manera, pero cuyas luces son de 25 mm., y da dos clases, la mayor de 25 mm., á que se denomina *galleta* y se vende en este tamaño, y el menudo, que se lava.

El lavadero, situado al aire libre en una gran planicie de dicho valle, está formado por una serie de cajones alemanes pareados, consistentes en zanjas, cuyas paredes ó cortes están revestidos por tablones. Cada sistema consta de siete compartimientos ó secciones, unos á continuación de otros, de 19 á 20 m. de longitud cada uno, 2,60 de ancho por 45 de alto, pendiente general de 4 por 100, fondo inclinado en sentido de la corriente, de tal modo, que el principio de un compartimiento es de 0,31 m., y á los pies de 0,50, constituyendo así *cajas de pesca* (*schossgerewen* de los alemanes) para recoger la pizarra. El agua entra con una velocidad regulada por la llave de acceso desde un depósito en que se acumula, al cual llega por un acueducto de madera que se ve en la figura. Obreros provistos de rastros empujan la materia, que desciende, en sentido contrario de la corriente. Los turbios que pasan por encima del rastro van á unos reposadores ó estanques que hay á los pies de los cajones, donde se forman capas en orden de densidad, y el carbón, como más ligero, pasa en emulsión á un depósito, donde se aposa, decantándose de cuando en cuando.

La descarga de los compartimientos se hace dirigiendo antes los turbios al cajón inmediato que acabe de desocuparse y sacando los productos á pala.

Este sistema de lavado tan primitivo, alcanza en *Sabero* una producción de cinco toneladas por hora en cada par; cuesta unos



FIGURE 104



treinta céntimos de peseta por unidad y descarta un 12 por 100 de cenizas, pues éstas, que en el menudo bruto llegan al 25, no pasan del 12 al 14 por 100 en el lavado.

Según nos dijo el ilustrado Director del Establecimiento y conocido ingeniero de minas D. Antonio Sempau, se trataba de montar otro lavadero más perfecto, en consonancia con los nuevos hornos para cok en construcción, de que nos ocuparemos oportunamente.

En la *Mina Única*, término de Ocejár, hay establecido otro taller de preparación mecánica, basado en iguales elementos que el de Vegamediana, es decir, con cribas ó rejillas inclinadas para el calibrado y cajones alemanes en serie y adosados, para el lavado de los menudos. La hulla da un 20 por 100 de grueso.

#### CUENCA DEL TORÍO

*Taller de Matallana.* — En la cuenca del río Torío y unido por una vía férrea á la estación de Matallana del ferrocarril minero de La Robla á Valmaseda, tiene en marcha la Sociedad bilbaína *Carbonífera de Matallana*, un taller mecánico para el lavado de sus carbones, que principalmente destina á la cokización.

La hulla viene en vagones desde las minas y se vuelca, empleando un basculador de mano, en un roeter ó criba de trepidación suspendida por varillas, el cual recibe un movimiento de vaivén mediante unas bielas. Como el fondo de esta criba es de plancha de acero perforada con agujeros de 50 mm. de diámetro, se hacen dos clases: la que no pasa, que es el *cribado*, y se escoge á mano quitando la pizarra en un transportador, antes de entregarla al comercio, y la que pasa por las perforaciones, que es el *menudo*. Realmente esta criba no funcionaba en nuestra visita, pues sólo se preparaba el menudo, es decir, la hulla de tamaño menor de 50 milímetros, porque el cribado, que llega al 20 por 100 del total, se separaba previamente por cribas inclinadas, en los mismos tajos.

El menudo, pues, va á un tromel de placa perforada con agujeros de 20 mm. de luz. Lo que no pasa, ó sea la *galletilla*, como allí dicen, se depura mediante el lavador de paletas de Evrard, que con un sólo muchacho como maquinista, produce de 60 á 80 toneladas en diez horas. La galletilla, después de lavada, se carga en vago-

nes, y la pizarra es conducida al vertedero por medio de una noria. El émbolo, en vez de moverse en este aparato por una palanca, funciona mediante una excéntrica, estando así menos sujeto á recomposiciones.

La clase de 0 á 20 mm. que atraviesa el tromel, cae en una fosa, desde la cual la eleva una noria hasta otro de dos telas con perforaciones de 10 y de 5 mm. respectivamente. La clase 0 á 5, que es la más abundante, es decir, la que atraviesa ambas planchas perforadas, se lava en tres cribas Coppée de palanca; la comprendida entre 5 y 10 en una de igual sistema que da 140 emboladas por minuto, y la de 10 á 20 en otra. Todas trabajan con feldespató, cuyo tamaño oscila entre 70 y 50 mm., sustituyéndose poco á poco por cuarcita.

El motor de las cribas es una máquina de Humboldt de 80 revoluciones por minuto. El agua asciende de un depósito mediante una bomba centrifuga de 1.800 vueltas en igual tiempo.

La pizarra sale conducida por una noria al exterior, y otra perfeccionada de cangilones muy grandes (1,20 m. de largo), eleva juntos los productos lavados, hasta un canalizo donde se vierten todos reunidos, pues la división en tamaños no tiene otro objeto que verificar el lavado en mejores condiciones.

Dentro del canalizo, que no puede tener gran inclinación por las condiciones del taller, actúa un *arrastrador*, formado por chapas de hierro normales al fondo, enlazadas de trecho en trecho á una cadena sin fin, que en su movimiento las arrastra y con ellas al carbón, que de este modo, se comprime y escurre, antes de entrar en los depósitos.

Las cuatro cribas lavan 110 toneladas en diez horas.

Las torres de desecación son prismaticorrectangulares de 5,14 m.  $\times$  3,80  $\times$  3,52, con dos compuertas inferiores movidas por palanca. Hay cuatro; están formadas de tablas verticales yuxtapuestas y son susceptibles de contener, entre todas, 264 metros cúbicos.

Se están construyendo tres reposadores para recoger las impurezas provenientes del lavado y clarificar las aguas antes de devolverlas al río Torío, pues hay reclamaciones de los que aprovechan su caudal.

El Jefe de explotación, D. Cándido Muñoz, nos acompañó amablemente durante nuestra visita.

## CUENCA DEL BERNESGA

*Taller de Santa Lucía.*—En la cuenca del río Bernesga, á pocos kilómetros de Pola de Gordón, se halla funcionando un lavadero mecánico para los carbones que producen las minas *Candelaria*, *Pastora* y otras, pertenecientes á la *Sociedad Vasco-Leonesa de Bilbao*.

El *todouno*, sufre un calibrado previo en parrillas, constituidas por barras de hierro paralelas, espaciadas 45 mm.

Lo que no pasa es el *cribado*, que después de un escogido, se vende.

El *menudo bruto* viene en vagones al taller, vertiéndolos un volcador en una gran fosa ó depósito general, en el que los cangilones de hierro de una noria lo romen, arrojándole al poco tiempo en el interior de un tromel cónico de chapas concéntricas, regado lateralmente por un tubo de hierro con agujeros que arrojan agua en toda la longitud del aparato. Dicho tromel produce las clases siguientes, las cuales se hallan entre sí en la proporción que se indica:

		Tasas por ciento.
De 0 á 5 mm.	} Finos, que después de lavados van á la aglomeración. . . . .	45
„ 5 á 10 „		20
„ 10 á 20 „		10
„ 20 á 45 „		25
		100

Los *finos*, previamente desbastados por dos *Strom* y clasificados, si es necesario, en un *spitzkasten*, se concentran en cuatro cribas filtrantes de cascada, dos para cada subclase, de tres compartimientos cada una y de fondo de feldespató, traído de Bélgica de 40 mm. de dimensión máxima.

Una sola criba, tipo del Harz, de tamiz fijo y empuje ascensional del agua, depura la *granza* y otra análoga, la *galleta*. Las telas que forman sus fondos tienen 5 y 6 mm. de luz.

La *galleta* se deseca en torres ó agotadores de 4 m. de altura y unas 15 toneladas de cabida. Todo lo demás, de tamaño menor, se transporta á un cobertizo de unos 60 m. de largo y 14 de ancho,





en que está el secadero, que constituye el depósito general de menudos. Estos, que en un principio conservan del 12 al 14 por 100 de agua, no tienen, al salir, más del 4.

Los *schlamms*, después de apurados, se pierden. Generalmente, la hulla mayor de 20 mm. se vende así, haciendo pasar la comprendida entre 20 y 0, por una criba de 14 mm., destinándose también, a la venta, el carbón comprendido entre 20 y 14. Lo inferior a este tamaño, se acumula en un depósito, del cual pasa al lavadero de feldespato mediante una noria de cangilones perforados, para disminuir el peso y aprovechar después el agua.

El taller (fig. 155), susceptible de una producción, en diez horas, de 200 toneladas, fué instalado por la conocida casa *Evence Copple*, de Bruselas, y puesto en marcha en

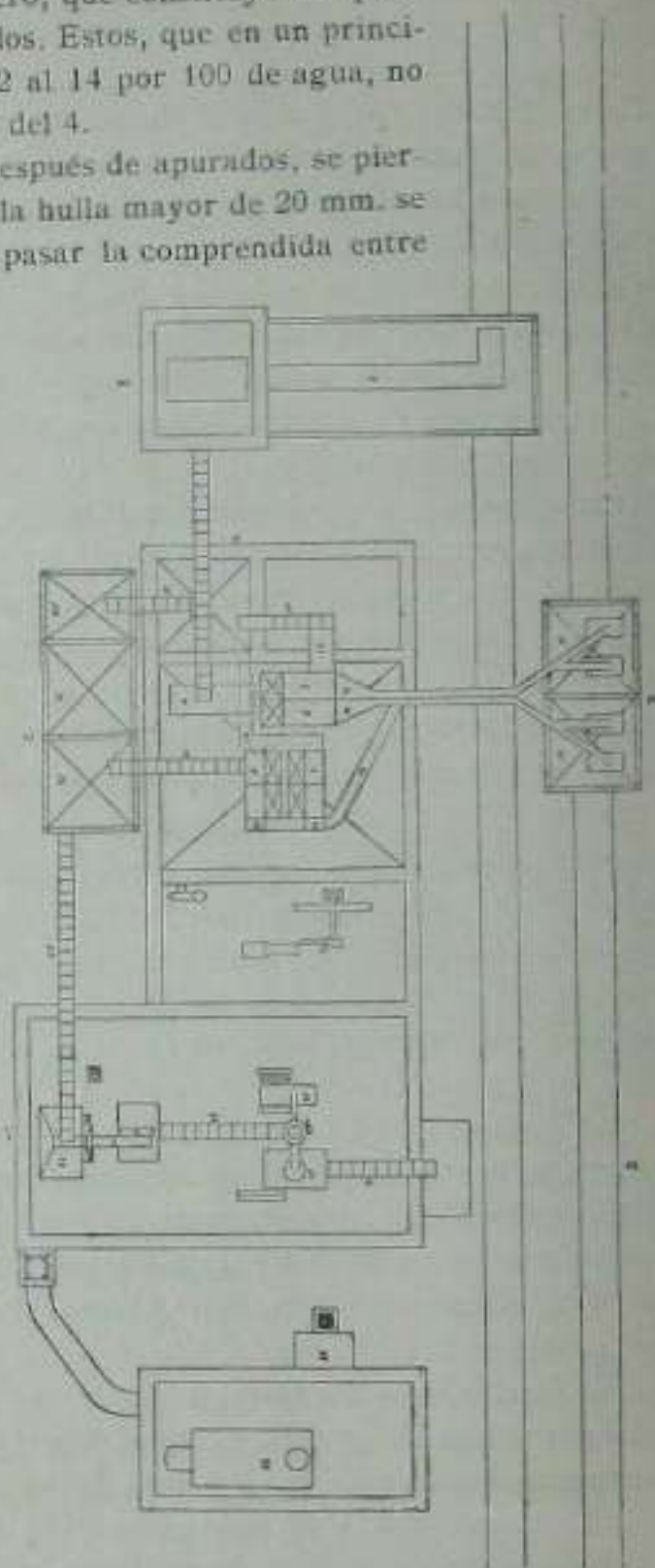




FIGURA 155.



Diciembre de 1894 (1). Mueve todos los mecanismos una máquina de vapor horizontal, de 60 caballos dinámicos, trabajando a seis atmósferas y de expansión variable.

Suministra el agua una bomba centrífuga, elevándola de un arroyo afluente del Bernesga.

La tonelada limpia cuesta por depuración de 25 á 30 céntimos de peseta.

*Taller de Cñera.*—El conocido industrial D. Manuel Iglesias, de Pola de Gordón, prepara las hullas de las minas *Emilia y Ramona*, y otras de su propiedad, en un taller mecánico íntimamente relacionado con la fábrica de aglomerados, como aparece en el plano y cortes (fig. 156, 157, 158 y 159), que no hemos querido separar, á trueque de volver atrás, cuando hablemos de dicho combustible, pues constituyen ambos talleres un sistema (fig. 156). La explicación siguiente descarga al lector en gran parte de la monotonía que llevan en sí todo este género de descripciones.

#### LAVADEROS Y FÁBRICA DE AGLOMERADOS DE D. MANUEL IGLESIAS

##### Explicaciones.

- |  |   |
|--|---|
| 1. Criba de sacudidas, separando el grueso.                              | 19. Cadena que saca las pizarras del depósito.        |
| 2. Transportador, en el que se hace el escogido.                         | 20. Cadena que saca los menudos para los aglomerados. |
| 3. Cadena elevadora del carbón al lavadero.                              | 21. Depósito para dichos carbones.                    |
| 4. Criba de sacudidas con tres telas.                                    | 22. Transportador de los carbones á la fábrica.       |
| 5. Lavadero de galleta.  | 23. Tolva del carbón.                                 |
| 6. Ídem de galletilla.   | 24. Ídem de la brea.                                  |
| 7. Caja de feidespato para lavar menudos.                                | 25. Dosador.  |
| 8. Ídem id. polvo.   | 26. Desintegrador de Carr.                            |
| 9 y 10. Canales de salida de las galletas lavadas.                       | 27. Cadena que lleva la pasta al amasador.            |
| 11 y 12. Depósito de las mismas.   | 28. Amasador.   |
| 13. Canal de salida del menudo y polvo para mirse á la galletilla.       | 29. Prensa de ovoídes.                                |
| 14 y 15. Bajadas del menudo y polvo para ir á la fábrica de aglomerados. | 30. Cadena elevadora de ovoídes.                      |
| 16. Salida de las pizarras del lavadero.                                 | 31. Prensa de briquetas.                              |
| 17. Ídem id. id. de la galleta.  | 32. Recalentador de vapor.                            |
| 18. Cadena que lleva las pizarras al depósito inferior.                  | 33. Caldera.  |
|  | 34. Motor.  |
|  | 35. Bomba centrífuga.                                 |
|  | 36. Molino de brea.                                   |
|  | 37. Chimenea.   |

(1) La escasez de tiempo para ejecutar el grabado, nos impide acompañar á esta descripción un croquis de conjunto, remitido por el ilustrado ingeniero de minas D. Manuel Fernández Garrido, actual Director de aquel establecimiento.

Viene el *totouno* á dicho taller, y directamente desde las minas, sin cribar, es conducido en vagones, que por medio de un volcador, arrojan lateralmente su contenido en una criba con perforaciones de 50 mm. Ésta no es como las *raetter* ó *cribos* ordinarios; además de la trepidación alcanza un movimiento de rotación muy suave y algo lateral, que recuerda el de la criba de Coxe, descrita al ocuparnos del taller de *María Luisa*, en Asturias. Mediante unos excéntricos que actúan sobre palancas angulares se forma con la criba un sistema articulado: merced á él la clasificación se hace rápida y completa, descartándose desde luego el grueso ó *cribado*, que, escogido previamente por mujeres en un transportador ordinario de 7 m. de longitud y de 6 por minuto de velocidad, pasa limpio á almacenarse ó se carga sobre vagón para la venta. Dicho transportador es algo estrecho, pues no tiene más de 0,65 m., de anchura.

Al final de este hay una parrilla de 30 mm. de luz, con objeto de descartar el menudo que haya podido producirse.

La hulla de tamaño inferior á 50 mm. cae en un depósito de gran capacidad, y de él, mediante una noria, llega á otro *raetter*, con movimiento igual al anterior; está formado de tres planchas de acero superpuestas y perforadas con luces de 25, 12 y 6 mm. respectivamente. Lo que

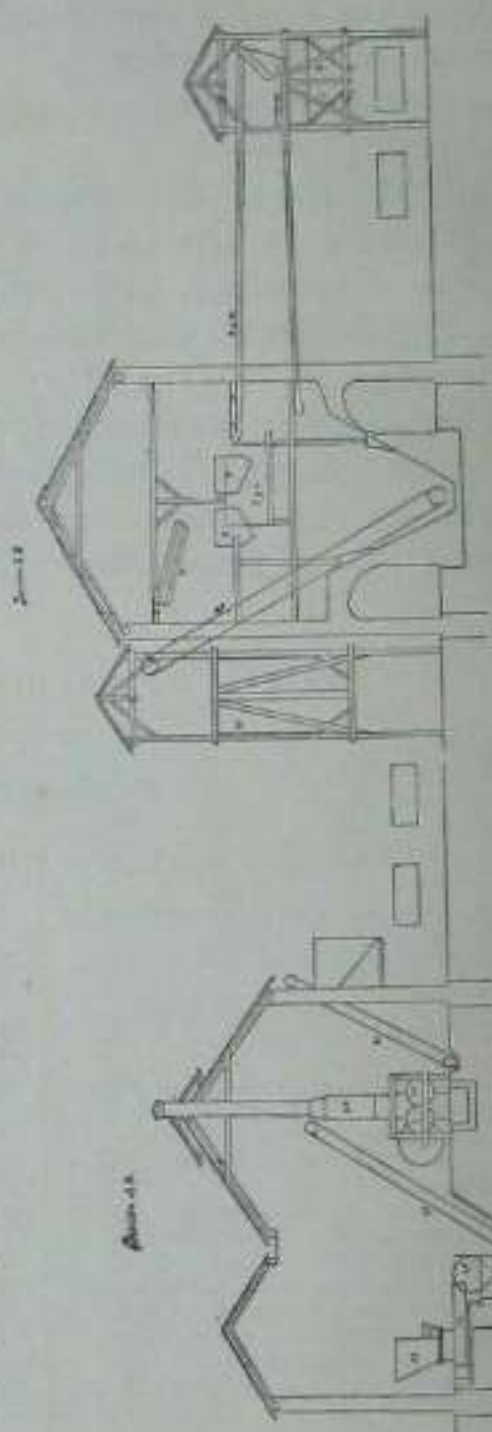


Fig. 157

Fig. 158

no pasa la primera, es decir, la *galleta*, se lava en una criba especial con *capade garantía* á fin de disminuir la *succión*, saliendo lateralmente la parte más densa, ó sea la pizarra, arrastrada por un tornillo sin fin á una fosa, y de ésta al vertedero en los cangilones perforados de una noria que le hace perder gran parte del agua. La galleta lavada va por un canalizo á la torre de desecación ó hasta un coladero, por donde cae para pasar á la fábrica de aglomerados.

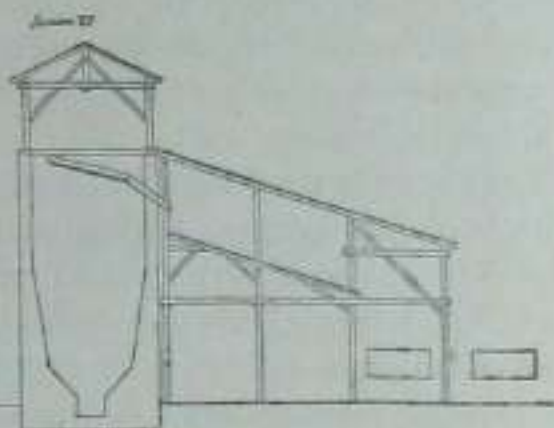


Fig. 159

La *galletilla*, ó sea la clase que no atraviesa la segunda plancha, va á otra criba análoga, de la cual salen los productos del mismo modo, como puede apreciarse en el plano.

La clase comprendida entre 12 y 6 mm., es decir, el *menudo*, arrastrada por una corriente de agua, se depura en una criba en cascada de dos compartimientos, cuyos émbolos se mueven \*por excéntricos dobles para variar más dulcemente la corrida. Ambos compartimientos trabajan con fondo de tamiz de 40 á 50 mm. de altura, formado de feldespato belga de 80 de diámetro. Las tinas se purgan, ó limpian sus fondos, por agujeros inferiores cerrados por válvulas cónicas.

La última, ó sea la de 6 á 0, á que llaman *polvo*, se concentra en otra criba análoga, aunque, naturalmente, con elementos de trabajo distintos.

El menudo y el polvo, que sólo se han reducido á estos tamaños para lavar con más facilidad el carbón, se reúnen al salir de las cribas y así se benefician. La galleta y galletilla se escurren previamente en torres de desecación de 12 á 14 toneladas de cabida, formadas por tablas, como de ordinario, y se secan en montones análogamente á lo que dijimos en el taller anterior, como se practica en otros lavaderos leoneses. La desecación allí es muy importante, no sólo respecto á la pureza del producto y á la rebaja de precio en el arrastre por menor tonelaje, sino porque la administración del ferrocarril pone *reserva* en el talón, es decir, no responde del peso si

los carbones escurren algo de agua al ser cargados sobre vagón, lo cual, además de abusos, ocasiona quejas y reclamaciones del consignatario.

Montó este lavadero la casa Bernard á fines de 1892; produce en diez horas 170 toneladas de carbón vendible, de las que el cribado y galleta reunidos constituyen el 45 por 100 del todouno, y ésta, aislada, solamente el 15.

El agua la suministra una bomba centrífuga, y la fuerza motriz una máquina de vapor horizontal de 70 á 80 caballos.

Tanto al propietario como á su hijo D. César, inteligente ingeniero de Minas y Director del establecimiento, debimos todo género de atenciones.

*Taller del Bernesga.*—Visitamos también el lavadero de carbones que, próximo al taller de que acabamos de ocuparnos, tienen para avalorar el producto de sus minas, los Sres. Rico, Llamas y Compañía, de León.

Consiste principalmente este pequeño taller en tres cribas fijas y dos canales de pendientes inversas de 10 m. de longitud cada uno, análogos á los descritos al tratar de Sabero. Las *arrastras*, que es como allí llaman á los rastros empleados para efectuar el trabajo, tienen algo de particular, pues se hallan formados de varillas de hierro en la parte superior, con objeto de dejar pasar los turbios entre sus huecos, evitando así el desbordamiento que más ó menos se produce en los demás canales, y sólo los cinco centímetros inferiores están constituidos por una chapa de hierro que forma el verdadero rastro.

Las clases que allí se obtienen son dos: el *cribado*, de tamaño superior de 30 mm., y la *galleta*, comprendida en 30 y 1.

Los carbones lavados se transportan en carretas hasta el apeadero de Ciñera.

---

# COMBUSTIBLES ARTIFICIALES

---

## COMBUSTIBLES SÓLIDOS

Estos son los de verdadero empleo siderúrgico y de ellos los más importantes, el cok y el carbón vegetal. El último se compra á los que en el monte lo fabrican y por lo tanto, no nos ocuparemos de él.

No así el cok, que se elabora en las mismas hulleras, después de purificados los menudos como hemos visto y muchas veces en los mismos establecimientos siderúrgicos, para hacerle llenar las condiciones especiales que se le exige y aprovechar las ventajas que ofrece su empleo, inmediatamente después de fabricado.

Nos ocuparemos por lo tanto del cok en primer término y después de los aglomerados ó briquetas que, si no en los hornos, se utilizan en las calderas ó se venden como producto muy apreciado á las Compañías de ferrocarriles ó á la marina.

## COK

Desde que el cok comenzó á entrar en el dominio metalúrgico, su avance ha sido tan constante y seguro, que puede considerarse hoy como el más importante entre los combustibles siderúrgicos sólidos. Tanto en Asturias y Vizcaya como en León y Palencia, se fabrica el cok en hornos de diversos tipos y sistemas. También se obtiene en montones cuando las minas ó establecimientos no tienen hornos, y aun cuando los tengan, se vean obligados en ciertos casos á satisfacer pedidos superiores á la producción normal.

Comenzaremos por la fabricación en montones por ser la más sencilla y fácil de describir, pues, como sistema, va desapareciendo rápidamente en el Norte de España.



## COKIZACIÓN EN MONTONES

Para hacer una pila ó montón se prepara el suelo abriendo una excavación ó zanja del diámetro, ó de la longitud y anchura de la pila, según sea ésta de planta redonda ó rectangular, y de unos 600 mm. de profundidad, llamada en Asturias *caldera*. Se llena de carbón hasta enrasar con el piso, se colocan transversalmente unos rollizos paralelos de 0,15 m. de diámetro, y normalmente á ellos, es decir, en sentido vertical, tres por cada uno de los primeros. El objeto de unos y de otros es dejar conductos horizontales y chimeneas al sacarlos después de formado el montón. Los rollizos y por lo tanto, dichos conductos distan entre sí unos 75 centímetros. Si el montón fuese circular, serían radiales.

La hulla se apila alrededor de los maderos formando el montón, que al final ofrece la forma de una pirámide truncada ó de un tronco de cono, según la planta. La base inferior en el primer caso tiene unos tres metros de ancho, variando la longitud según la extensión del terreno de que se dispone. La altura de la pila sobre el suelo no pasa generalmente de 2 m. (1,70 m. por término medio) y el talud 3 de base por 2 de altura.

Terminada la construcción de la pila, se sacan los rollizos antedichos, manteniéndose las galerías y chimeneas abiertas merced á la humedad del carbón.

Cada montón contiene unas 150 toneladas de hulla.

Para iniciar el fuego (*encender*) se introducen materias en ignición por un extremo de las galerías horizontales, teniendo cuidado de tapar el opuesto con objeto de establecer tiro. Cuando la llama empieza á salir por la chimenea más inmediata, se cierra el extremo del canal que servía de hogar, echando carbones encendidos en el otro, para que de este modo, invirtiéndose el tiro de la pila, se carbonice por igual.

Dos ó tres días después de haber pegado fuego al montón, empiezan á notarse grietas, que se tapan inmediatamente con una pasta formada de agua y cenizas de operaciones anteriores.

Pasados cinco ó seis, se cubre por completo de tierra y al poco tiempo, proyectando agua por una manga de riego ó cubos, se for-

ma un surco longitudinal en la parte superior de la pila, que se abre como si hubiera sido hendida.

El apagado, pues, se verifica por aterramiento y aspersión, aunque el primero de ambos sistemas, sólo sirve para que no hiera tan directamente al cok incandescente, el agua proyectada con fuerza. Una vez apagado el montón, se destaca el cok por medio de barras de hierro, con el consiguiente desperdicio y se carga en vagones. Los montones del *Turón* suelen tener 180 toneladas de hulla, la cual, ofreciendo un rendimiento teórico de 70 por 100, da por este primitivo sistema de 52 á 56 por 100 de cok.

En las ocho pilas que vimos funcionar trabajaban unos veinte operarios, cuyo jornal, oscilando entre 2 y 2,75 pesetas, puede valuarse en 2,50 por término medio.

La mano de obra cuesta 1,50 pesetas por tonelada de cok.

La producción de estas minas, pertenecientes, como ya dijimos, á la Sociedad anónima *Hullera del Turón*, domiciliada en Bilbao, se aproxima á 140.000 toneladas anuales, y como el carbón que actualmente se explota tiene poco más ó menos un 30 por 100 de materias volátiles, se han substituido los montones por hornos que producen mayor rendimiento. En la mina *María Luisa*, de la *Sociedad Hullera y Metalúrgica de Asturias*, los montones son más pequeños; contienen próximamente 120 toneladas de hulla. La carbonización dura ocho días y se obtiene un 60 por 100 de cok.

El apagado se efectúa aterrando la base y proyectando después agua dividida, que extingue poco á poco el cok, desulfurándolo al mismo tiempo. Las pilas son alargadas y de forma piramidal.

La cokización en montones, á pesar de lo imperfecto del sistema y de las grandes pérdidas que en si lleva, es ineludible como procedimiento supletorio, cuando las instalaciones modernas del establecimiento son insuficientes para satisfacer los pedidos, ó dar abasto á las necesidades interiores. La fábrica de Mieres, por ejemplo, á pesar de los 88 hornos que posee, se ve obligada á recurrir á la cokización en montones, algunas veces (1).

(1) Al imprimirse esta *Memoria* tiene en marcha dos baterías de hornos con aprovechamiento de subproductos, sistema Carvès, de 24 retortas cada una, que cargan 7 toneladas de carbón y cokizan en 48 á 50 horas, dando entre todas de 105 á 110 toneladas diarias de cok. Los subproductos que ahora se obtienen son, breu, naftalina, antraceno y dentro de poco benzol.

## COKIZACIÓN EN HORNOS

Los llamados *modernos* ó de paredes calentadas, dominan en las comarcas que hemos recorrido.

Los de dos puertas y descarga mecánica son los más frecuentes, pero algunos tienen una sola y el deshornado se verifica á mano.

La Sociedad *Esperanza* cokiza las hullas de sus minas de *Orbó* (Palencia), en hornos de una puerta, pertenecientes al sistema de Smits. Tiene tres macizos de 14 retortas cada uno y dos de ocho, ó sea en total 58 hornos. Cada uno es de 3 m. de longitud, 1,40 de alto y 1,10 de ancho, con una chimenea para cada par.

La hulla se carga en tolvas situadas en la parte superior, volcando vagones de hierro capaces de una tonelada, que solo llevan 700 kilogramos.

La cokización avanza de la manera ordinaria y en tiempo variable con la calidad de la hulla; el rendimiento pasa á veces del 65 por 100.

La descarga se verifica con garfios de hierro, que allí llaman *cabras*, lo cual produce mucho menudo y la incineración consiguiente.

Se apaga, arrojando sobre los pedazos incandescentes cubos de agua.

Se halla contratada la carga y descarga en 0,70 pesetas por horno; la mano de obra cuesta 1,40.

Como ha podido observarse, los hornos de *Orbó* son demasiado anchos y poco altos, de modo que el cok obtenido no alcanza condiciones metalúrgicas, vendiéndose en la misma mina, sobre vagón, á 18 y 20 pesetas la tonelada, para usos domésticos principalmente.

En los alrededores de la fábrica de *San Blas* (fig. 160 y 161), pertenecientes á la *Sociedad Hullera de Sabero*, dueña de aquellas importantes y antiguas minas de carbón, se halla instalado un macizo de 15 hornos belgas, de los cuales cinco están completamente destruidos. Cada cinco tienen encima calderas pareadas, con objeto de producir vapor.

Como estos hornos están casi inútiles, dicha Sociedad levanta

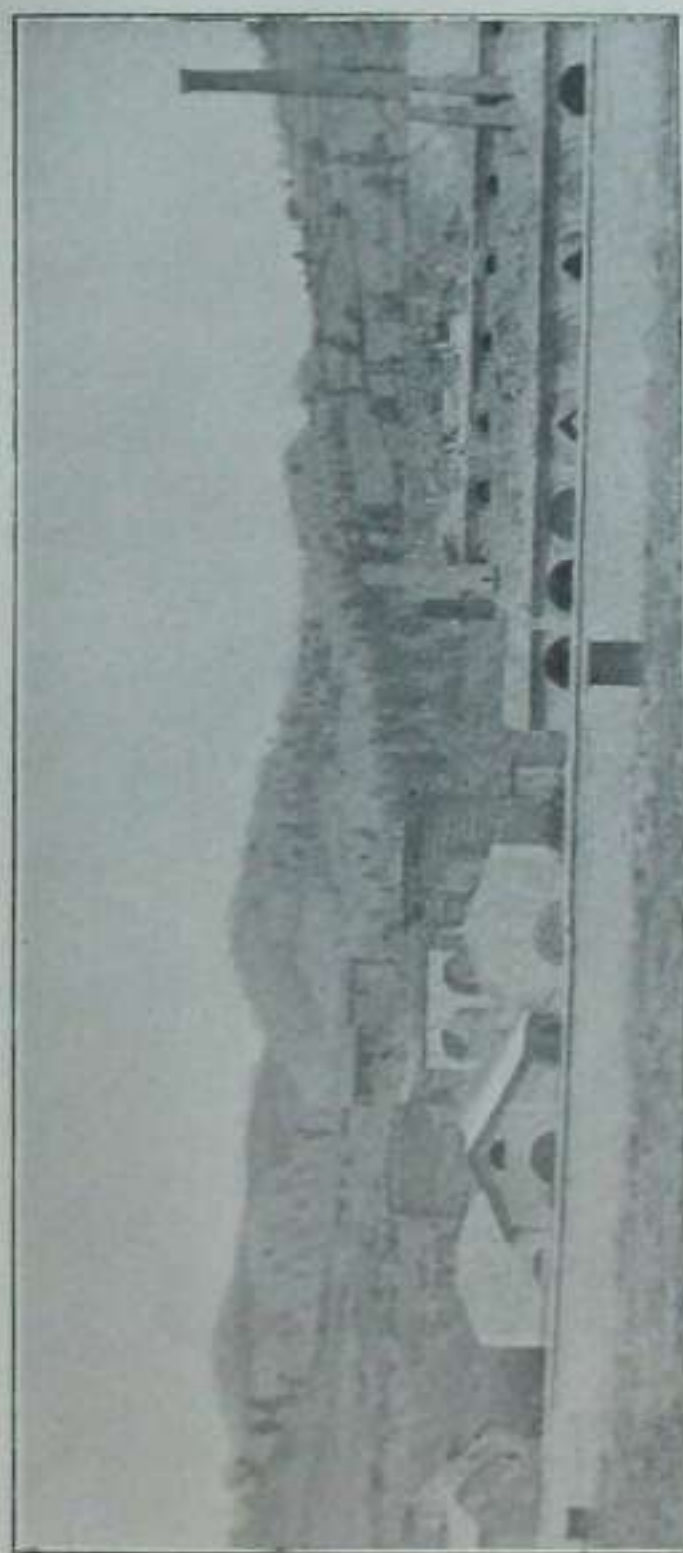


FIGURE 160.



actualmente en el valle de Vegamediana un macizo de dos baterías de 16 hornos cada una, que más adelante nos ocuparán.

En la *Fábrica San Francisco*, del Desierto (Bilbao), hay cuatro baterías de 22 hornos belgas, en los que se cokizan, para las necesidades de la fábrica, hullas de Cardiff y Newcastle, importadas por los mismos buques que exportan a Inglaterra las menas de hierro de las minas que también poseen los Sres. Martínez de las Rivas.

El joven y activo ingeniero de minas D. Angel Jimeno, actual Director del establecimiento, se ocupa en recomponer dichos hornos, así como las máquinas y otros elementos de la fábrica que dejan mucho que desear, adoptando dimensiones apropiadas a una completa cokización y disponiendo los conductos de gases en relación con el sistema Coppée. Las dimensiones de los nuevos vasos son las siguientes: longitud, 9 m.; alto, 1,30; ancho, 0,45 en la delantera y 0,50 en la puerta de descarga.

Los ladrillos y dovelas proceden de la fábrica de productos refractarios de San Felices (Logroño), que describiremos después.

La carga en buena marcha es de tres toneladas, tardan en cokizarse veinticuatro horas, rindiendo cerca del 70 por 100 de cok.

Un desintegrador de Carr, que tritura y mezcla los carbones, una noria que eleva el cisco producido hasta una tolva, que carga las vagonetas, por medio de las cuales se lleva hasta las puertas de carga de los hornos, completan la instalación.

El aire penetra por dos pequeños conductos verticales situados a dos metros próximamente de la cabeza de las cámaras y por unos agujeros de 25 mm. de diámetro, que hay en las puertas.

En la *Fábrica de Mieres* funcionan 40 hornos del sistema *Smet*, 24 modificados por el Sr. Ibrán y otros 24 *Coppée*. Los primeros nada nuevo ofrecen respecto al sistema: forman una batería circular de gran radio, debido a su forma, pues siendo las paredes de espesor uniforme en toda su longitud, las retortas son más anchas hacia la puerta de descarga.

Los hornos de Ibrán difieren de los precedentes en la disposición de los conductos, en el acceso del aire exterior a éstos y al interior de la retorta. Los gases procedentes de la destilación, en vez de salir por la parte superior, abandonan el vaso por 12 aberturas situadas inmediatamente debajo del arranque de la bóveda; los seis más próximos a cada puerta comunican con un canal horizontal que

los lleva hasta cerca del paramento; allí descienden, siguen por otro paralelo, situado bajo el anterior, que los envía por siete conductos verticales á uno de los dos grandes colectores que inferiormente calientan la plaza, saliendo por el otro á la chimenea.

Los hornos de *Coppée* no presentan tampoco en *Mieres* todos los caracteres esenciales del tipo; los gases que salen por los arranques de la bóveda, como de ordinario, continúan verticalmente en la primera hilada de ladrillos, pero desembocan en conductos horizontales situados en la segunda, para seguir en las demás por chimeneas verticales, propias y características del sistema. El calor de los gases se utiliza en producir vapor á cerca de 7 kg. de presión por centímetro cuadrado, en una caldera *Delamuy-Belleville*, de unos ochenta caballos.

En la *Felguera*, además de 23 hornos belgas, funcionan dos baterías de los antiguos hornos *Appolt*, de paredes huecas, crisol vertical y descarga automática, que siguen dando el cok compacto y homogéneo, que tan justificada importancia ha dado á este sistema en la industria, á pesar de su elevado coste de instalación.

Pero de todos los sistemas, el de *Coppée*, más ó menos modificado, es el que domina en el Norte de España.

Describiremos primero, como representación genuina del sistema, la instalación que la *Sociedad Hullera de Sabero* levanta actualmente en el valle de Vegamediana (1).

Consta de un macizo compuesto de dos baterías de 16 hornos cada una, construidos por la reputada casa belga de *Coppée* y por obreros de la misma. Obedece, en su conjunto y pormenores, á la última patente obtenida por la casa, en lucha constante, de un tiempo á esta parte, con sus antiguos asociados y constructores, hoy émulos suyos.

Las figs. 162 y 163 dan idea del conjunto y de gran número de pormenores.

Pocas veces ha podido estudiarse un sistema tan completamente como tuvimos ocasión de hacerlo en *Sabero*. La construcción se llevaba escalonada de modo que en un extremo del macizo se echaban los cimientos, mientras que en el otro aparecía completamente

(1) Al publicar esta *Memoria* los hornos se hallan ya en marcha normal, según nuestros informes.

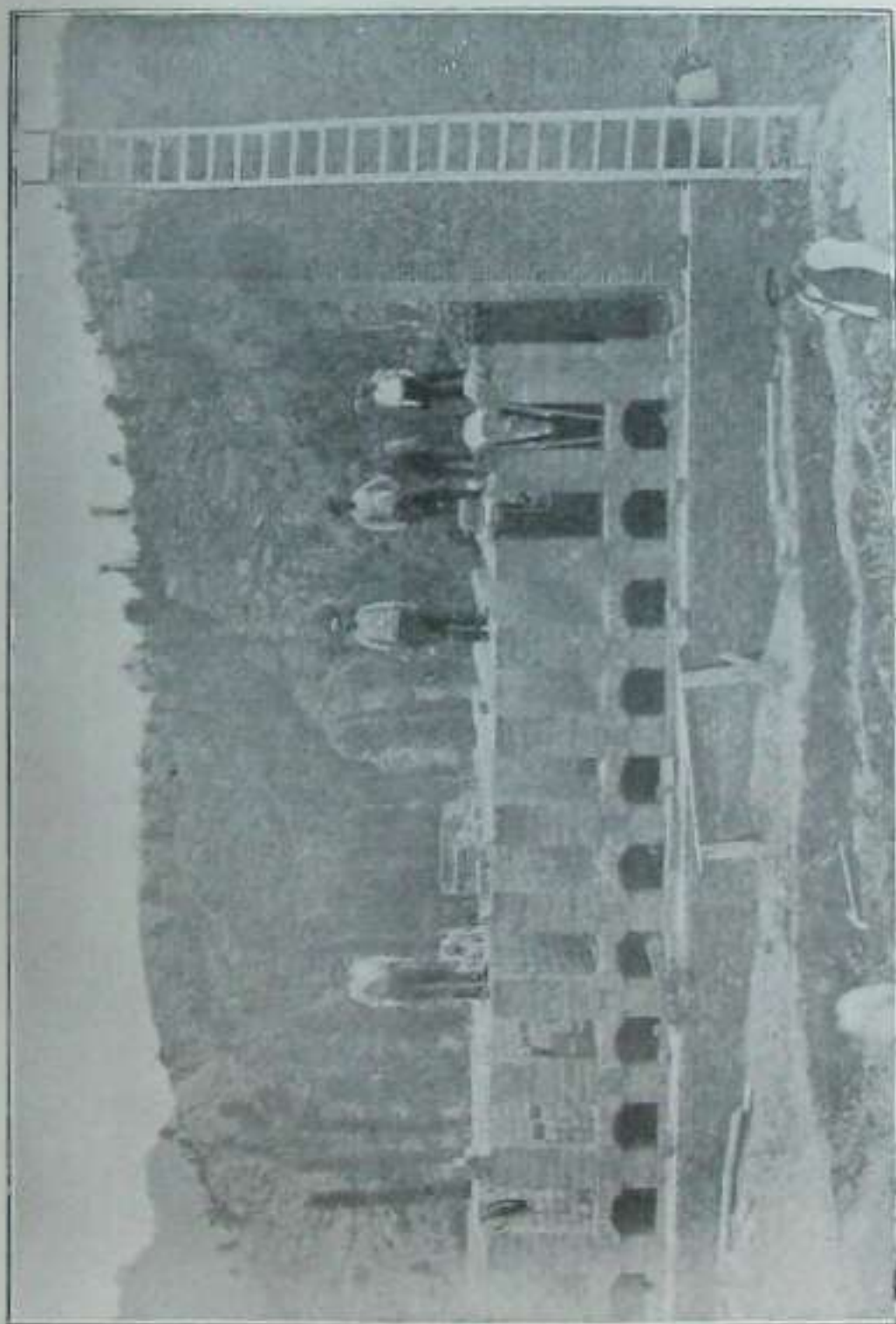


FIGURA 162





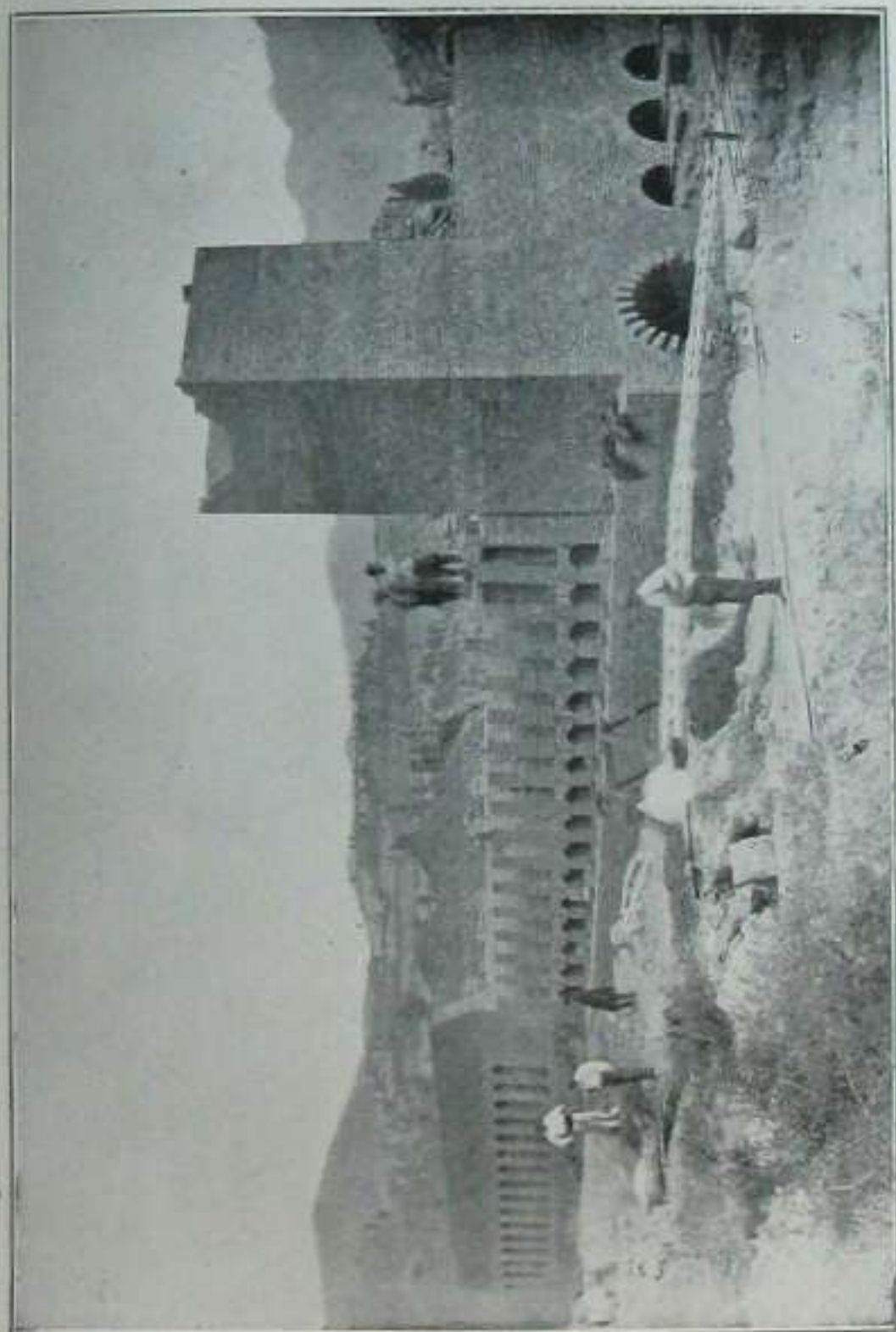


FIGURE 163



terminado, observándose en el intermedio, con todo detalle, el estado gradual en que la obra iba ejecutándose.

Permitásenos consignar aquí, con este motivo, la observación que tantas veces hicimos durante nuestro viaje, respecto á la conveniencia, más aún, á la necesidad, de que los alumnos de la Escuela de Minas de Madrid, inmediatamente después de terminado el curso oral, verifiquen con sus profesores excursiones en que se afirmen en los conocimientos adquiridos y comprueben lo que aprendieron en las explicaciones y en los libros, inspirándose en el estudio objetivo que caracteriza á las Escuelas extranjeras, y sobre todo, á los alemanes.

Pocos días en *Sabero*, viendo construir estos hornos, después de conocida la teoría, les hubiera dado á los alumnos un conocimiento práctico y completo del sistema Coppé, tan generalizado en la industria del cok.

Los vasos son de 9 m. de longitud y 1,25 de altura; la plaza de planta trapezoidal, de 0,54 m. en la puerta de descarga, por 0,48 en la otra, calculándose para un espesor de hulla de 0,95 m. el volumen de carga en más de 3 toneladas.

Los conductos de gases son de la forma y disposición ordinaria, excepto en los muros extremos en que son horizontales, para de este modo aprovechar mejor el calor.

Escudos de hierro, revestidos interiormente de arcilla, cerraban las puertas, movidos por cabrestantes desde la parte superior.

Los cimientos son profundos, terminados por una capa de hormigón de 80 centímetros, sentada sobre otras de caliza y cuarcita. La galería colectora, cubierta de bóveda de medio punto, es de 0,80 m. de ancho.

Ladrillos refractarios ingleses de varias formas, remitidos por la casa constructora, forman el aparejo, cementados por *Ganister*, que, como se sabe, es una roca muy á propósito, encontrada primeramente en Sheffield, intercalada entre las capas de hulla y después cerca de Dusseldorf; se halla constituida por arena cuarzosa, mezclada con alumina, y de 1 á 7 por 100 de óxido de hierro.

Aunque cada retorta cuesta, según contrato, 1.700 francos, se calcula que al precio final con aparatos, accesorios, deshornadora, cambios, etc., no bajará de 4.700 pesetas y el macizo de 30.000 duros.

De todas las modificaciones llevadas a cabo en estos últimos años, respecto á la primitiva patente de *Coppée*, la de *Bernard* es la que se halla más extendida en la región de la Península que nos ocupa. La fig. 137, en la parte situada á la derecha, manifiesta su disposición exterior, pues la interior, igual en esencia á la de *Coppée*, sólo difiere en detalles variables en las patentes sucesivas que ha ido adquiriendo el referido constructor.

Dos son los macizos instalados en la *Justa*, cada uno de 12 crisoles, de 9 m. de largo, 1,90 de alto y 0,60 de ancho, por término medio, pues la plaza es ligeramente trapezial. Reciben de tres á cuatro toneladas de hulla y dan un rendimiento de 66 por 100 de cok, con 13 á 14 por 100 de cenizas.

El producto es más coherente y de mejor calidad desde que se tritura el menudo lavado antes de someterlo á la cokización, mediante el desintegrador de Dupuy.

La máquina botadora para la salida de la torta, llamada en Asturias *deshornadora*, está montada sobre una plataforma en que va la caldera de vapor horizontal, de 30 caballos, construída en Bélgica, y ha costado 17.000 pesetas.

El agua para el apagado, la suministra una bomba centrífuga de 900 vueltas, que eleva cuatro metros cúbicos por minuto. Cada torta necesita 2 1/2 y conserva 10 por 100 de humedad.

En las minas de *Aller*, pertenecientes á la *Sociedad Hullera Española*, funcionan dos macizos adosados, compuestos de 20 retortas, construídas según la patente *Bernard*, de Gilly (Bélgica). Cokizan cada una en cuarenta y ocho horas seis toneladas de carbón, produciendo 4.700 kilogramos de cok.

Cuando es necesario, se tritura la hulla previamente en un desintegrador de Carr, con 1,20 m. de diámetro y una velocidad angular de 280 vueltas por minuto.

La deshornadora construída en Gilly, lleva anexa una máquina de vapor de diez caballos.

Ocupábanse los distinguidos ingenieros afectos al servicio del establecimiento en practicar los trabajos necesarios para la instalación de un generador *Bellville*, de 300 ó más caballos, calentado con los gases desprendidos de los hornos de cok, tendencia justificada si se observa que aquellas hullas suelen dar más del 20 por 100 de materias volátiles.



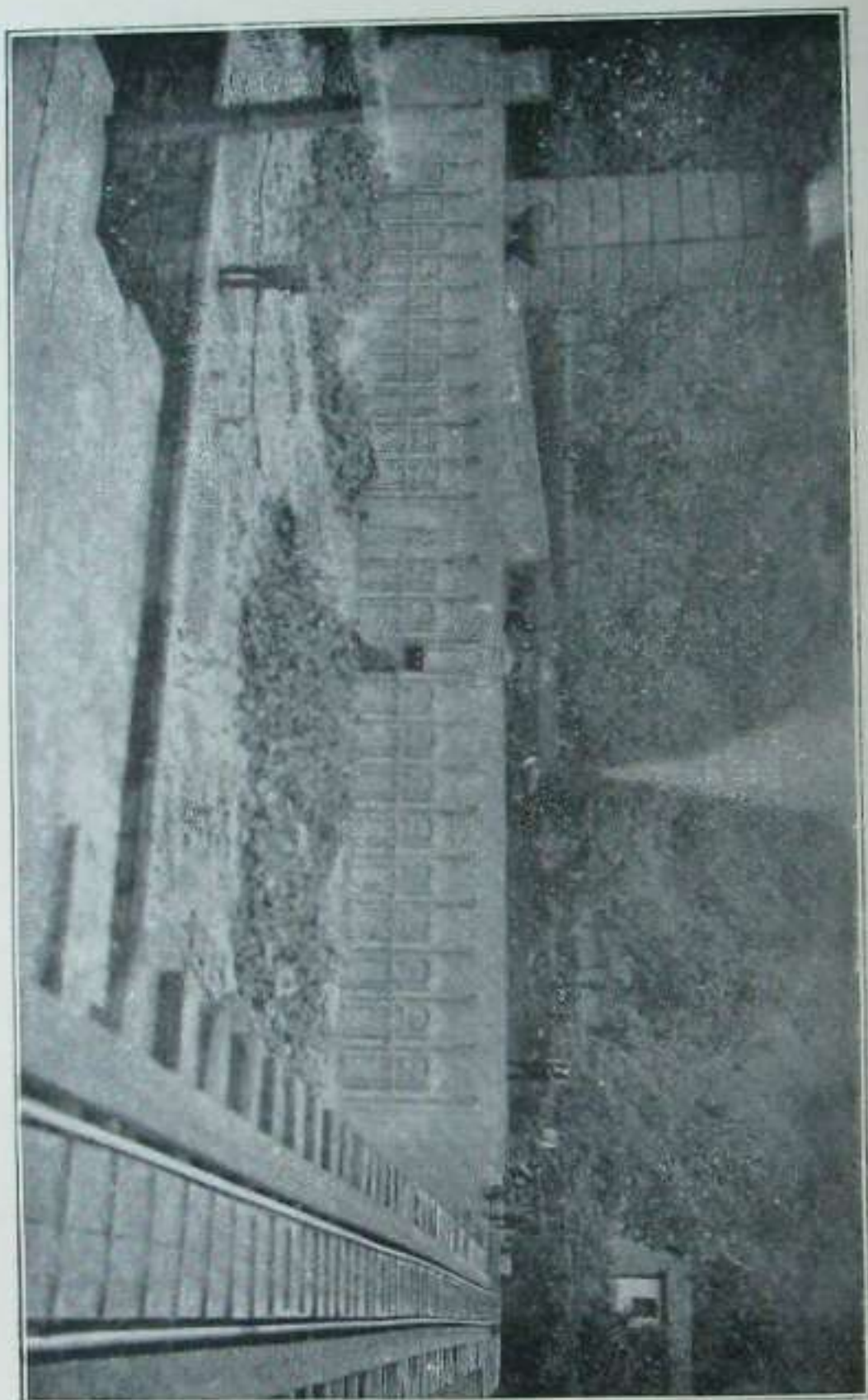


FIGURE 104

Las minas del *Turón* poseen un macizo Bernard de dos baterías de 12 hornos cada una, cuyas dimensiones son las siguientes:

	<u>METROS</u>
Longitud.....	9,00
Ancho.....	0,60
Alto.....	2,10

La carga, que es de seis toneladas, se verifica rápidamente por tres tolvas. La cokización dura cuarenta y ocho horas, y el rendimiento es de 4 a 4,50 toneladas de cok.

La fig. 164 da á conocer el conjunto en el momento de extraer la torta de cok, operación que se practica mediante una deshornadora, hábilmente instalada en una plataforma cubierta, procedente de Emile Dury, de Bruselas.

Marchaban los 24 hornos, y el apagado se hacía por medio de mangas de riego, que lanzaban el agua á presión sobre las brasas, produciendo la desulfuración consiguiente.

Próximo al lavadero de *Matalana* (León), ya descrito, elévase también un macizo, compuesto de dos baterías de hornos del sistema Bernard.

Cada una de las 12 retortas de que consta el macizo tiene 0,60 metros de ancho, 2,25 de alto y es capaz de alojar 7.224 kgs. La cokización se verifica en condiciones ordinarias, mediante una pérdida de 25 por 100.

Una caldera de tubos inclinados, tipo Naeyer, caldeada con los gases desprendidos de los hornos de cok, mueve una máquina de vapor de 30 caballos, construída por la casa Humboldt, que eleva, mediante una noria, el carbón á las tolvas de carga desde las torres de desecación.

La plataforma de la deshornadora no tiene caldera especial; el vapor, conducido directamente desde la caldera por un tubo subterráneo, situado á lo largo de la vía férrea en que se mueve aquélla, sale por unas acometidas dispuestas de trecho en trecho, que recuerdan las bocas de riego de las poblaciones; pasa después por unos tubos giratorios, y entra en la caja de distribución de la máquina que mueve la deshornadora.

Un desintegrador Carr, trituraba previamente el carbón antes de



verificar la carga, pero ahora emplean la hulla tal como sale de los depósitos después de verificar las mezclas convenientes.

Hemos visto funcionar también *hornos* llamados *de destilación*; es decir, aquellos en que además del cok se recogen los *subproductos*, tales como el alquitran, sales amoniacales, etc., obtenidos durante la destilación de la hulla.

La Sociedad anónima *Vizcaya*, dueña de la fábrica siderúrgica de su nombre, situada en la margen izquierda del Nervión (Bilbao), por iniciativa del que entonces era su gerente D. Mariano Zuaznavar, ingeniero jefe del Cuerpo nacional de minas, al que llamó la atención el hecho de importar el consumo de cok más del 50 por 100 de los gastos de producción, celebró, en 1887, un contrato con los Sres. Carvés y compañía para la construcción de dos macizos, cada uno de 36 hornos, que empezaron a funcionar el año siguiente, ampliándolo más tarde á otros dos de igual número de cámaras. La *Sociedad Vizcaya*, primera en España que aprovechó los subproductos de la cokización, cuenta, por lo tanto, con 144 retortas, capaces de producir en un día de 250 á 300 toneladas de cok. Las cámaras de Carvés son de forma trapecial en su plaza, están coronadas por una bóveda escarzana y tienen las dimensiones siguientes:

	METROS
Longitud.....	7,00 <sup>6</sup>
Altura.....	2,00
Ancho medio.....	0,50

Tanto los hornos como los conductos para la circulación de gases se hacían antes de ladrillos silíceos franceses, que tenían de 80 á 82 de ácido silícico, pero ahora se construyen con ventaja, pues son más económicos y dan el mismo resultado con los de Aristegui, de cuya fabricación nos ocuparemos oportunamente.

La hulla sometida á la destilación se procura tenga un 25 por 100 de materias volátiles, para lo cual se emplea hulla inglesa, que viene como lastre en los buques que exportan el mineral, ó la procedente del *Turón* (Asturias), pero mezclada con otra, pues ésta suele tener más.

Cada día se deshorman 72 retortas; esta operación dura por término medio cuarenta y ocho horas y da un rendimiento de 75 por 100 de cok.

La resistencia al aplastamiento de éste, es generalmente de 67 á 86 kilogramos por centímetro cuadrado; con la hulla de Westfalia llega hasta 90 y empleando sólo la de *Turón*, pasa de este número.

El aspirador circular de Beale primitivo, se ha sustituido por el de Donkin, cuyas paletas describen una conoide de Pascal.

Los subproductos se depuran en una fábrica á propósito, anexa á los hornos, obteniéndose principalmente alquitrán, sulfato amónico, amonjaco líquido, benzol y aceites intermedios.

El alquitrán se vende á la Fábrica de Elorrieta (Bilbao); el sulfato amónico en Málaga, Valencia y Barcelona, exportándose también á Francia y recibiendo principal aplicación en la Fábrica de abonos minerales de Fuentepiedra; el benzol se remite directamente á Marsella, donde se dedica con gran éxito á la preparación de anilinas.

Para formase idea del rendimiento de estos hornos en subproductos, daremos los resultados obtenidos en 1895, relativos á las cantidades máxima y mínima de estas tres sustancias por tonelada de hulla:

	MÁXIMO Kgs.	MÍNIMO Kgs.
Alquitrán.....	29,50	16,90
Sulfato amónico.....	9,00	6,90
Benzol.....	2,50	1,25

Y hacemos punto, dispensando al lector de otros detalles, pues al escribir la presente Memoria ha llegado á nuestras manos un interesante artículo titulado *Hornos de cok con aprovechamiento de subproductos, sistema Carvés, de la Sociedad Vizcaya, Bilbao*, inserto en la *Revista Tecnológico Industrial* (Enero, 1897), publicada en Barcelona y suscrito por el ingeniero de minas D. Manuel B. de Heredia, Jefe de servicio de aquel importante establecimiento, encontrando en dicho artículo mayores desarrollos.

## AGLOMERADOS Ó BRIQUETAS

Los aglomerados no son, propiamente hablando, combustibles metalúrgicos, pero sí, un poderoso auxiliar de la siderurgia para todas aquellas operaciones en que sólo se necesita calor. Desde éste punto de vista tienen la ventaja sobre el cok, de que mientras este ha perdido en la destilación las materias volátiles que constituyen un poderoso combustible, los aglomerados contienen la hulla casi en su primitivo estado, por lo cual conserva aproximadamente su misma potencia calorífica, aumentada con la del cemento.

Por otra parte, la fabricación de aglomerados coadyuva con la cokización á hacer desaparecer esas enormes cantidades de carbón menudo que embarazan las minas y los lavaderos, transformando en producto vendible, aquel que antes no tenía salida por ser difícil quemarlo en las parrillas de los hogares. Esta consideración y la necesidad que tienen de combustible aglomerado los ferrocarriles y la marina, por la precisión de almacenar en reducido espacio mucha energía calorífica, hacen lucrativa su elaboración y fácil su venta.

Así lo han comprendido varias Empresas, montando instalaciones adecuadas inmediatas á las líneas generales de ferrocarriles.

La fábrica de *Mieres* tiene un pequeño taller de aglomerados en que funcionaba una máquina de plataforma circular giratoria, sistema *Middleton*, capaz de producir de 50 á 60 toneladas en veinticuatro horas.

El tamaño de la hulla que se emplea cuando funciona, se halla comprendido entre 10 y 0 mm; la pasta lleva del 3 al 4 por 100 de agua, y se aglomera con un 7 por 100 de brea seca. La mano de obra resulta á 1,25 pesetas por tonelada.

Este taller se encuentra en período de transformación.

La *Sociedad Hullera Española* tiene dos talleres, uno en *Sevilla*, al lado del lavadero de carbones, y otro más moderno frente á la estación de *Ujo*, del ferrocarril de Madrid á Gijón.

Describiremos el primero, y para apreciar su conjunto, acompañamos la fig. 165, marcando después las diferencias que le separan del otro.

El carbón viene en vagones desde el lavadero, los cuales se

MINAS DE ALLEN  
*Forma de abastecimiento*

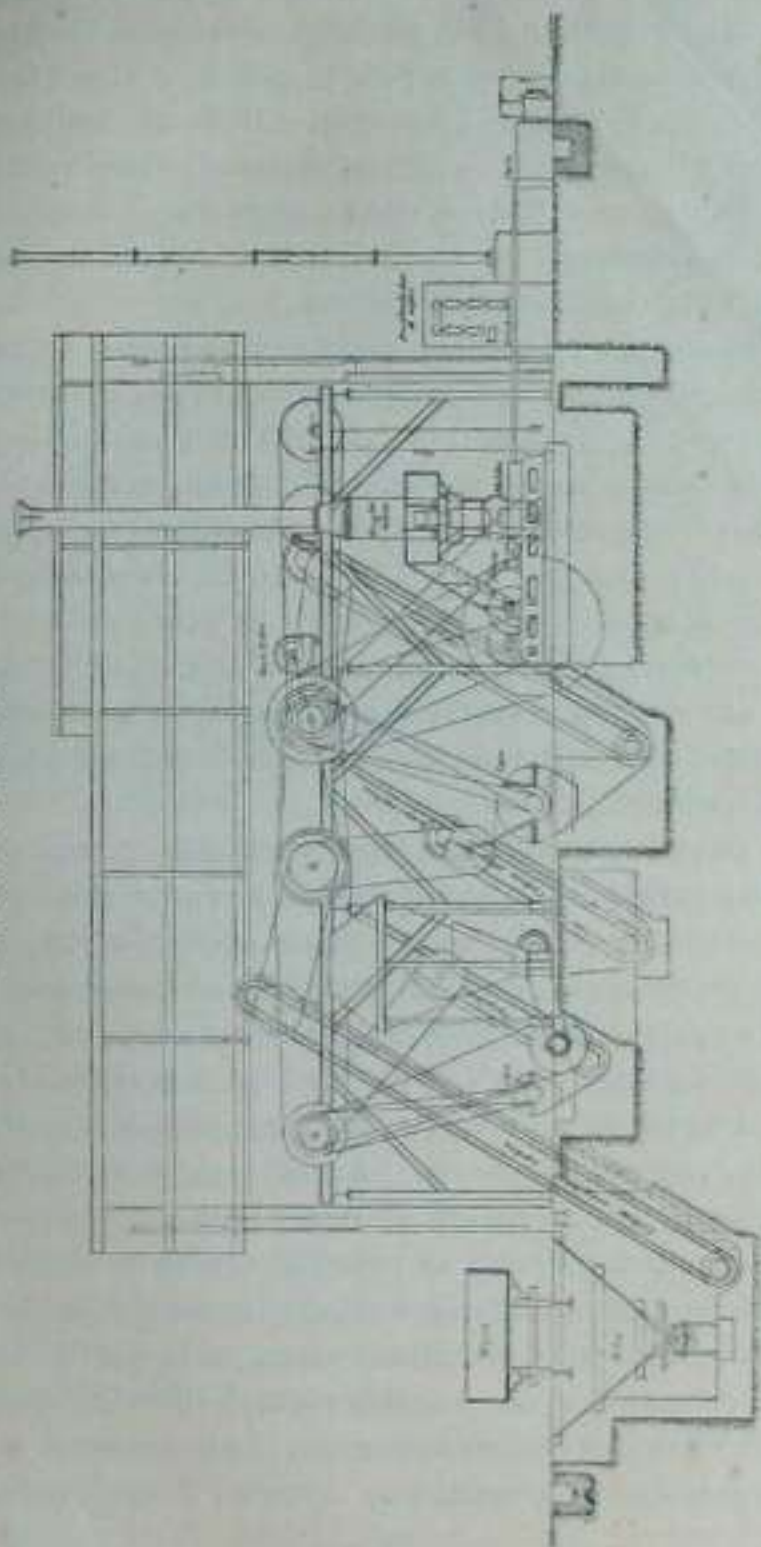


FIGURA 165.

vacían en una tolva piramidal constituida por una fosa recubierta de tablas. En el vértice de ésta, halla salida á los cangilones de una noria, que lo vierte en un depósito tronco-cónico, llamado allí *ballón*, por cuya base más pequeña pasa al *dosador*.

El carbón que ha de aglomerarse, tiene un tamaño comprendido entre 15 y 0 mm.; la brea que ha de unirlo es seca, inglesa, traída desde Barcelona ó Bilbao; cuesta unas 74 pesetas la tonelada, se tritura previamente en un desintegrador de Carr de 0,85 m. de diámetro y pasa después al *dosador*.

Éste, análogo en su principio á los dosadores ingleses, se halla formado por dos norias, una que eleva la brea y otra el carbón. El sistema está regulado de tal modo, que mientras los cangilones de la segunda vierten en un depósito 100 partes, arrojan 6 á 7 los de la primera, formándose, por lo tanto, una mezcla incompleta que contiene carbón menudo, de 6 á 7 por 100 de brea seca, y de 2, 5 á 3 por 100 de agua.

Complétase la mezcla haciéndola pasar por un triturador de Carr, que reúne y revuelve los elementos, en cuyo estado van acumulándose en una fosa, de la cual los eleva una noria hasta verterlos en el *amasador*.

De éste, que es de los ordinarios de paletas con cuatro toberas en hélice para dar entrada al vapor, cae en los moldes graduándose la salida mediante un pequeño distribuidor de palanca.

Un ventilador especial proyecta viento sobre la masa para limpiarla de vapor. Los moldes son del sistema Bouriez; es decir, abiertos y de tapa superior móvil para aumentar, por medio de una palanca de contrapeso variable, la compresión vertical que ha de experimentar el aglomerado. La horizontal se produce por medio de un émbolo, cuya corrida es de 10 á 12 cm.

Los moldes, pareados en baterías, son de arrabio ó acero (pues éste comienza á reemplazar á aquél), tienen 1,49 m. de largo, un espesor de 0,04 á 0,06, ofreciendo en su parte interna un hueco prismático rectangular con ángulos redondeados de  $235 \times 165$  mm. de sección. Duran un año próximamente, en cuyo tiempo se cepillan tres veces, perdiéndose en cada una cerca de 2 mm. por cada lado (1).

(1) Estos y otros datos referentes á la instalación de Aller los debemos á los distinguidos ingenieros de Minas, afectos á su servicio, D. José Revilla y D. Cleto Marcelino Rubiera.

El prisma de pasta (*salchichón*), sale á una mesa inclinada de unos trece metros de longitud, por donde asciende, separándose á veces naturalmente y otras á mano, en trozos de 10 cm., es decir, correspondientes á la amplitud de una embolada; cada aglomerado pesa 5 kg. Frecuentemente las obreras encargadas de este servicio cortan dos de una vez, en cuyo caso no son tan fáciles de manejar, pero pierden menos en los transportes.

Ya cortados, marchan á los depósitos sobre un transportador constituido por un cable plano de cañamo, para no deformar la briqueta.

La fábrica produce 150 toneladas en doce horas y está movida por una máquina de vapor de 60 caballos, construida en los talleres de la sociedad *Usines de Gilly* (Bélgica.)

El otro taller de aglomerados se halla casi dentro de la Estación de Ujo, así que los vagones de la línea general se cargan directamente desde el secadero.

Funciona desde 1886, y está proyectado como el descrito, por el ilustrado director de la Sociedad, D. Félix Parént.

La disposición general es la misma, pero existen, respecto al anterior, algunas diferencias que conviene indicar. El dosador de noria, tan sujeto á reparaciones, se ha sustituido por otro más sólido y preciso, que consiste en dos cilindros gruesos, dotados de cuatro cajas ó rebajos cada uno, en que se aloja la brea ó la hulla al caer del Carr ó del Ballón, según sea de uno ú otro cilindro del que se trate. Éstos pueden adquirir velocidades angulares distintas, mediante tambores cónicos de poleas, unidos á ellos, sobre los que actúa, según su diverso radio, una correa que viene del árbol motor. De este modo, conforme á la rapidez con que giran, vierten más ó menos substancia, siempre en la proporción adoptada de antemano, á la fosa ó depósito, del cual sale por una noria al amasador.

Los moldes son un poco más pequeños para hacer la compresión más completa y la embolada menor, con objeto de aumentar su homogeneidad. La producción, por lo tanto, es más reducida y no pasa de 100 á 110 toneladas en doce horas.

La máquina motora es horizontal, de distribución Corlis, con expansión y condesación, dando 70 caballos efectivos. Dos calderas con dos hogares interiores cada una, sistema Cornwallt, suministran el vapor necesario. El agua que las alimenta la eleva un pulsometro, y la de condensación una bomba supletoria.

La mano de obra y demás gastos de obtención, hacen que el producto salga á cerca de una peseta la tonelada.

La fabricación de aglomerados ó briquetas se hace en Barruelo, valiéndose de máquinas compresoras de moldes abiertos situadas en un edificio especial, que aparece en segundo término á la derecha de la figura 153, existiendo también en otro situado á la izquierda de la precitada figura, dos máquinas de moldes cerrados, plataforma de Middleton, de contrapeso de palanca é hidráulico, si bien paradas por no ser necesarias al presente y por su falta de producción cuando fueron reemplazadas.

La máquina hoy en uso es la de Bouriez. La primera materia, menudo lavado, de 40 á 0 mm. de dimensión máxima, con 4 á 5 por 100 de humedad, viene en vagones por un ferrocarril de 0,55 metros, que por una tolva á una fosa, de la que sube en los cangilones de una noria, hasta un dosador de paletas, movido por correa sobre un tambor cónico para graduar la velocidad angular y con ella la cantidad vertida en la unidad de tiempo. Merced á este aparato se une á la brea en la proporción conveniente, que es poco más de 6 por 100.

Juntos brea y carbón caen en un mezclador con envolvente de vapor y cinco chorros, que penetran dentro de la mezcla y completan el amasado. La pasta, así formada, pasa á un distribuidor de cuatro paletas (sistema Bouriez) que la obligan á caer por la trampilla posterior de los moldes ó *cajas moldeadoras*, como allí dicen.

El salchichón sale á una mesilla de 10 m. de largo, donde se corta fácilmente á mano por el plano de embolada; ésta tiene una longitud de 0,12 m., aunque, por lo común, salen los aglomerados unidos de tres á cinco y después se cortan.

Ya cortados, pasan en un transportador de tela sin fin, tejida con pita, al secadero, donde permanecen cierto tiempo antes de emplearse.

Los moldes son de arrabio especial, poco poroso, fabricados en Saint Etienne (Francia), tienen 1.480 m. de longitud y una sección de 0,240 por 0 180 al principio, quedando reducida á 0,225 m. por 0,160 al fin, pues como se rayan, hay que cepillarlos, en ocasiones, hasta cinco veces.

La presión de la cara superior giratoria del molde se logra, como siempre, por medio de una palanca de contrapeso, al que se agregan

ó se quitan discos metálicos, hasta lograr la cohesión apetecida en el producto.

Cada aglomerado pesa por lo regular de 3 á 3,50 kg. y debe soportar, según los pedidos, una presión mínima, que regula una máquina de pruebas, á que se somete previamente antes de expedirlos.

Se emplea vapor seco, para lo cual se le hace pasar previamente por unos serpentinos metálicos colocados sobre un hogar.

La brea de que en *Barruelo* se valen, es inglesa, comprada á 52 francos en Bilbao y en la fábrica sale á 70 pesetas tonelada. Viene en grandes trozos, y en el verano aglutinada, habiendo necesidad de triturarla, lo cual se efectúa en una volandera ó muela vertical de arrabio, en que el fondo del dornajo se halla formado en parte por una parrilla radial, que permite el paso á trozos de 2 á 15 mm., desigualdad de volúmenes que, en vez de dificultar, favorece la mezcla. Detrás de ésta va un carrito de compresión con patines y en pos un rastro que despega la brea adherida á las paredes.

Los diferentes órganos de la fábrica se mueven por una máquina de vapor horizontal de 50 caballos efectivos.

La compresora Bouriez produce de 110 á 120 toneladas diarias, en tanto que la de moldes cerrados sólo fabricaba 60, y estaba mucho más que aquélla, sujeta á frecuentes recomposiciones.

El coste de la tonelada de briqueta, teniendo en cuenta los precios en la localidad, no debe exceder de 90 céntimos de peseta. El precio del producto elaborado sobre vagón, unas 13 pesetas.

En el apeadero que la Sociedad *Esperanza* tiene en Cillamayor (Palencia), hay una fábrica en que se aglomeran los menudos de las minas de *Orbó*, valiéndose de la conocida máquina Th. Dupuy, que habíamos visto funcionar en la Exposición de Minería celebrada en Madrid.

Empléase el carbón menudo sin lavar, con 10 por 100 de cribado, ó desde luego el todouno, que atraviése antes una plancha con perforaciones cuadradas de 30 mm. de lado. Cae en una tolva, de la cual va á un dosador rotatorio, de capacidad variable, movido á mano, que une la brea al carbón en la proporción conveniente. La cantidad de ésta varía entre 5 y 8 por 100, pues las hullas de *Orbó* tienen de 18 á 26 por 100 de materias volátiles.

Reunidas la brea y el carbón, pasan á un mezclador con envol-



vente de vapor y chorros interiores, donde se hace la pasta, la cual se echa á pala en el distribuidor que carga el molde. La presión á que ha de resistir el aglomerado, según su empleo, se obtiene graduando la impulsión por suplementos en el excéntrico. Al salir del molde pasan las briquetas al secadero conducidas en un transporte.

La dosificación se hace á mano, como dijimos, y el obrero encargado de ella echa brea siempre que ve salir vapor por la parte alta del mezclador, corrigiendo así cualquier defecto, á costa de emplear mayor cantidad de brea. Ésta es inglesa, adquirida en Santander, y cuesta en la fábrica de 65 á 70 pesetas la tonelada.

Hay montadas dos máquinas gemelas, susceptibles de producir cada una, en diez horas de trabajo, 30 toneladas de aglomerados. Cada uno de éstos pesa de 4 á 5 kg.

El motor de la fábrica, cuyo aspecto exterior nos dá la fig. 166, es una máquina de vapor horizontal Tangys Patent, Birmingham, de 24 caballos.

El personal afecto á dicho servicio y los jornales que devengan los operarios, son los siguientes:

	<u>Pesetas.</u>
Un maquinista.....	4
Un fogonero.....	2,75
Un dosificador.....	2,75
Un operario en el molino de brea.....	2,25
Un cargador de carbón.....	2,25
Un operario en la prensa.....	2,35

Cuatro ó cinco muchachos ó aprendices, de los que en Asturias y Vizcaya llaman pinches y allí *guajas*, que ganan de 1 peseta á 1,25, según su habilidad.

La mano de obra sale, próximamente, á una peseta. El carbón menudo, sin lavar, se vende á 13 pesetas y la tonelada de briquetas sobre vagón á 15 ó 17.

En la mina *Santa Lucía* (León) se fabrican aglomerados, agregando á la hulla que allí se extrae, un 40 por 100 de hulla asturiana.

El carbón, previamente desecado en el depósito de que hablamos al tratar de la preparación mecánica, y á veces por serpentines de vapor, viene en tamaño de 14 á 0 mm., mezclado en la proporción



FIGURA 166



antedita con el de la mina Baltasara, de Mieres, á un mezclador en el cual se une á la brea molida, que un obrero hace caer en proporci3n generalmente del 6 por 100, á una tolva que sirve de dosador. Carb3n y brea mezclados son molidos juntos, ascendiendo despu3s por noria hasta el amasador, que es de envolvente de vapor y chorros interiores (1). De aqu3 cae á un distribuidor de paletas, que introduce la masa en los moldes de una m3quina de doble compresi3n sistema Couffinhal, n3m. 113, 1894, construida en los talleres la Chal3assiere, Saint Etienne (Loire) de Biatrix y C.<sup>a</sup>

La plataforma tiene 1,20 m. de di3metro, existiendo en ella 12 cavidades 3 moldes de 113 por 230 mm. de secci3n y 162 de profundidad. La prensa hidr3ulica da una presi3n de 150 á 200 kg.

La briqueta, despu3s de desmoldeada, entra en un plano inclinado de chapa de acero que la conduce á un transportador, constituido por una tela met3lica sin fin de 22 m. de largo por 0,27 de ancho, el cual la conduce á un muelle cubierto, bajo el que se deseca, 3 se carga directamente en vagones del Norte.

La producci3n de la m3quina, que empez3 á funcionar en Marzo de 1895, es de 40 toneladas en diez horas (2).

Los aglomerados pesan 3 kg., tienen ranuras para poder partirlos sin producir menudo, y est3n marcados con las iniciales H. V. L. Hullera Vasco-Leonesa.

Como hay que tener en cuenta la compra y arrastre de la hulla asturiana, que se mezcla, seg3n antes dijimos, con la de aquellas minas, la tonelada de aglomerados sale á unas 14 pesetas. La brea tambi3n alcanza en la localidad el precio de 80 pesetas la tonelada.

Adem3s de la m3quina de vapor horizontal de 65 caballos que mueve el lavadero, procedente de la casa Copp3e, hay otra, horizontal tambi3n, de un cilindro, que suministra 100, construida por Ruston, Proctor C.<sup>o</sup> Limited, de Lincoln (Inglaterra). Las transmisiones se hallan dispuestas de tal modo, que en caso de reparaci3n de una de ellas, pueda la otra m3quina servir para ambas instalaciones.

Los generadores de vapor de que el establecimiento dispone, se

---

(1) Est3 en estudio el establecimiento del borno circular de ca3deo directo y plaza giratoria (sistema Couffinhal) para desecaci3n y amasado de la pasta.

(2) Actualmente, seg3n nuestras noticias, se monta otra de 80 toneladas en diez horas, que funcionar3 brevemente, produciendo briquetas de 5 kilogramos.

instalaron en Diciembre de 1894 y están construídos por la casa Naeyer y Compañía de Willebroeck (Bélgica) (1).

El taller de *Ciñera*, montado expresamente junto al lavadero (fig. 156), con el cual forma, por decirlo así, un todo, como hicimos observar en la pág. 153; tiene, además de una compresora para briqueta ordinaria, sistema Dupuy, otra destinada á la elaboración de *aglomerados ovoídes*, tan apreciados en la industria. Esta máquina es la de Fouquemberg, de dos llantas, pudiendo funcionar á voluntad una ó las dos, por medio de una palanca.

Únese el carbón, cuya dimensión máxima debe ser menor de 12 mm., á una cantidad de brea, que suele llegar al 10 por 100, por medio de un dosador de compartimientos. La mezcla, previamente molida por un Carr, asciende hasta un amasador de vapor en que se bate, entra á llenar los alvéolos que, abiertos en las llantas, sirven de moldes, y empujada por un distribuidor de paletas, sufre la compresión en la máquina saliendo transformada en pequeños elipsoides desmoldeados por la misma compresora, hasta caer suavemente en una tela sin fin, que los conduce al depósito ó al vagón que ha de transportarlos.

Produce la máquina 5 toneladas por hora y cada 6 ovoídes pesan 1 kg.

La compresora de Dupuy da 4 y  $\frac{1}{2}$  toneladas en igual tiempo.

El vapor lo produce una caldera del tipo de Naeyer, previamente desecado en un serpentín antes de emplearse.

La fig. 156, que en la porción de la izquierda nos ofrece el plano, y la 158 un corte transversal, ayudadas de las explicaciones que aparecen en las pág. 153, nos evitan entrar en mayores detalles.

En las hulleras del *Turón* (Asturias) (fig. 167), cuyos carbones tienen hasta 32 por 100 de materias volátiles, se fabrican aglomerados, empleando máquinas de doble compresión.

Desecado el menudo con anterioridad en un horno de plaza rotatoria, va al mezclador, donde se une la brea en cantidad de 36 gramos de ésta por kilogramo de carbón.

(1) Ahora se monta, según nuestras noticias, un tercero de la misma casa, con la modificación de *degagement directe*, ó sea la salida directa del vapor por los tubos inferiores al depósito de la caldera, con lo cual se espera obtener una economía de 7-8 % por 100 en la producción del vapor. Dicha modificación se hará extensiva á las otras calderas.



FIGURE 107



La plataforma, de 1,22 de diámetro, tiene 12 moldes de 0,275 metros, por 0,125 y 0,07 de profundidad. La máquina produce 30 briquetas por minuto, de 3 kg. de peso cuando son macizas, y uno si son perforadas, que allí también se obtienen con gran beneficio para las aplicaciones en el establecimiento y para la venta.

## MEZCLADORES DE CARBON

Tanto al cokizar como en la fabricación de aglomerados hay necesidad de reunir diversas clases de hulla para satisfacer las diferentes condiciones industriales en que estos productos han de elaborarse.

La industria reclama también, al hacer los pedidos de combustible, ciertas cualidades que le son precisas, como tamaño mínimo, potencia calorífica, cenizas, etc., á que sólo puede satisfacerse incorporando las diversas clases de hulla existentes en los almacenes, guardando proporciones previamente determinadas. Esto se consigue á mano, ó mecánicamente por medio de *mezcladores*.

El primer sistema es el generalmente seguido y hemos visto en diferentes ocasiones, al ocuparnos de los lavaderos, preparar *mezclas industriales*, rápidamente y con gran precisión, sin más que abrir cierto tiempo y en determinada cantidad, las compuertas que cierran la parte inferior de las torres agotadoras ó las bocas de las tolvas del almacén, sobre los mismos vagones que han de transportarlas.

Como ejemplo de mezcladores citaremos el del *Turón*.

Norias de cangilones con bastante cabida (35 × 27 × 22 cm.) y de velocidad relacionada con la proporción que de su contenido ha de formar la mezcla, vierten los carbones de diferente tamaño ó de distinta cantidad de cenizas, que recibieron en los respectivos depósitos, dentro de un canalizo de hierro en que actúa un helizoide, que arrastra la mezcla hasta la boca de una tolva, por la cual cae, acumulándose en una fosa. De ésta asciende el compuesto, ya formado en proporciones convenientes, mediante una noria de cangilones más pequeños (25 × 12 × 11 cm.) hasta un desintegrador de Carr de 1,93 m. de diámetro en que, triturándose juntas las diversas cla-



ses, se completa la unión íntima, condición apropiada, sobre todo para la cokización.

Completa de este modo la mezcla, cae á una nueva fosa, de la cual otra vez por noria, va hasta verterse en un canalizo, que á poco se bifurca en forma de Y, por cuyos brazos caen las materias en dos torres ó depósitos con tolvas en su fondo y de unas 70 toneladas de capacidad.

El sistema, como se ve, es un poco complicado y aunque las mezclas pueden hacerse muy exactas, como se ha dicho, está sujeto á frecuentes reparaciones, por lo cual suelen efectuarse á ojo por los mismos obreros, ó á lo más por medio de capacidades medidas y sin auxilio de máquina alguna.

Disposiciones más ó menos semejantes existen en algún otro establecimiento, pero estando basadas en el mismo principio ú otro análogo, y no estando exentas de dificultades en la práctica, creemos innecesario describirlas.

## COMBUSTIBLES GASEOSOS

Los gases desprendidos de los hornos altos, de los de cok, pudelado, etc., así como los fabricados en gasógenos, se emplean como combustibles en el Norte de España, alcanzando numerosas y especiales aplicaciones, tanto en la producción de vapor, caldeo del aire, etc., cuanto en las diferentes operaciones que comprende la fabricación y elaboración del hierro y del acero.

Los gases provenientes de los hornos altos se depuran y descartan de las materias sólidas que llevan en suspensión, por distintos medios según los usos á que se los destina. Si se queman con objeto de levantar vapor, caldear aire, etc.; es decir, para usos generales, se hacen pasar previamente por sencillos depuradores, secos ó húmedos, de que después hablaremos.

En las fábricas en que se opera con combustible vegetal, es frecuente verificar el pudelado con los mismos gases desprendidos de los hornos altos, que como es sabido, constituyen unos excelentes gasógenos. Aunque los productos son en este caso bastante puros, se les hace pasar, antes de servirse de ellos, por *depuradores* especiales.

En la fábrica de hierro, por ejemplo, que en las inmediaciones

de Bilbao tiene establecida hace muchos años la Sociedad *Santa Ana de Bolueta*, los gases de los hornos altos que allí funcionan, como á su tiempo diremos, con carbón vegetal, se recogen y lavan perfectamente en el conocido lavador hidráulico de Langlade.

Mediante esta operación previa, no sólo se descartan las cenizas y polvo de carbón arrastrados mecánicamente, sino los gases nocivos, purificando de este modo el combustible, y haciéndole adquirir al propio tiempo mayor potencia calorífica.

Todo esto era indispensable en *Santa Ana de Bolueta* que, necesitando poco el vapor en sus operaciones, pues dispone de fuerza hidráulica, destinaba los gases provenientes de sus hornos altos al servicio de los hornos de pudelar, hoy parados por hallarse la fábrica en un período de transformación.

Fuera de este caso y otro más ó menos análogo que pueda presentarse en épocas ó condiciones determinadas, los gases escapados de los hornos no suelen experimentar una depuración tan acabada.

Los gases de los hornos de pudelar después de dar calor al lingote en la segunda plaza, cuando la tienen, pasan directamente á calderas ó serpentines para producir vapor ó calentar el aire. Al hablar de la fabricación del hierro forjado pondremos algunos ejemplos.

Los desprendidos de los hornos de cok suministran el calor sensible y el de su combustión, después de inflamados, á las calderas que han de suministrar el vapor necesario para las operaciones, ya directamente, ya después de una ligera depuración, en colectores de grandes dimensiones, como los de los hornos de Coppée y de Bernard, ó después de una completa purificación, una vez separados de los subproductos, como en el horno de Carvés, de que nos hemos ocupado.

Los gases provenientes de los hornos altos, alimentados con combustibles fósiles, son los más impuros; destínaseles generalmente á producir vapor y á caldear el aire de que se surten. Una vez recogidos por el *aparato de captado*, cualquiera que sea, pasan á tubos de hierro, donde sufren un enfriamiento, descendiendo después (con lo cual pierden fuerza viva) hasta diluirse en la gran campana de condensación, llamada en Bilbao *botella*, y lavarse, según los casos, al atravesar la capa de agua contenida en el *Caracol*. Con esto pierden una parte de los hollines y algunos gases perjudiciales, soliendo quedar aptos para ser quemados en hogares á propósito. Insistiremos sobre esto, al ocuparnos de los hornos altos.

La fábrica de *Mieres* se halla en camino de ofrecer un brillante ejemplo acerca del partido que puede sacarse de estos modernos combustibles, antes difundidos, sin ulterior aplicación, en la atmósfera.

La fábrica de *Mieres* tiene, además de sus hornos altos, gran número de hornos de cok; como á su tiempo vimos. Proyectaba el señor Ibrán, y estábanse haciendo algunos trabajos preliminares, para reunir los gases escapados de todos estos hornos, distribuyéndolos después convenientemente con el objeto de calentar diferentes calderas perfeccionadas de gran superficie de caldeo. El vapor producido por todas ellas, mediante un motor que actúe sobre dinamos, transformará su energía mecánica en energía eléctrica, que transmitida á distancia y vuelta á transformar, pondrá en movimiento, á precio sumamente económico, los diversos organismos del establecimiento.

Los combustibles gaseosos se producen expresamente en *gasógenos* de diferentes sistemas. Los más comunes son los de tiro natural y entre ellos el de Siemens, que se ve en la mayoría de las fábricas. Cuando se emplean combustibles de buena ó mediana calidad, los gases no suelen depurarse en aparato especial, bastando generalmente la limpieza obtenida durante su marcha por los tubos portagases. Cuando hay que lavarlos, en *Mieres*, por ejemplo, que emplean en los *gasógenos* del horno de Martin-Siemens *Cacao*, ó sea un légame carbonoso con pizarras y piritas, antes de que el gas producido pase al horno, se le hace atravesar un lavador hidráulico, que al descartar los humos le limpia al propio tiempo de gases nocivos, como ácido sulfuroso, arsenioso, etc. No enumeramos ahora los que hemos visto marchar en cada fábrica, pues juzgamos más conveniente para la utilidad de este modesto trabajo, indicarlos cuando describamos los hornos á que son anexos.

Gasógenos de tiro forzado pertenecientes á los tipos Wilson, Biedermam y Harbey, con inyectadores de vapor, también funcionan en algunos establecimientos donde se desea obtener gas de aire con algo de gas de agua, evitando la presión que del exterior ejerce la atmósfera, impidiéndola penetrar y no introduciendo más que el oxígeno indispensable que suministra el inyectador para la destilación; pero siguiendo el mismo principio que con los anteriores, los mencionaremos al tratar de los hornos á que se encuentran aplicados.

# MENAS Y PRIMERAS MATERIAS

---

## MENAS

En número, los criaderos de mineral férreo, en Asturias superan á los de Santander y Vizcaya; pero no sucede lo propio respecto á la calidad, y actual producción, en que éstos quedan por encima de aquéllos.

Las menas bilbainas son extremadamente puras y dulces, en tanto que las asturianas contienen cantidades, á veces considerables, de silicio y fósforo, siendo, además, *duras* ó de difícil reducción.

La formación siluriana del Principado, en toda la región occidental de la provincia, y principalmente en su zona próxima al mar, contiene óxidos magnéticos ricos, como los criaderos de Campos y Porcia, y otros hidróxidos algo manganesíferos, pero generalmente fosforosos, aunque en menor escala. La carbonífera ofrece diversos yacimientos de mineral de hierro, esparcidos por lo común en bolsadas irregulares, dentro de la caliza de montaña, cuyos minerales pueden reducirse á dos tipos con aplicación al horno alto; uno constituido por hematites anhidras é hidratadas ricas, de bastante dureza, y otra formada por minerales anhidros de pasta blanda y amorfos, comunmente aluminosos y untuosos al tacto. Esta variedad, es la llamada por los ingleses *Puddling Ore*, y tiene, como su nombre indica, especial aplicación al revestido de los hornos de afino.

Pero la más importante de todas las formaciones asturianas, no sólo por la abundancia de criaderos, sino por la facilidad y economía de su beneficio es la devoniana, que ofrece algunos, cuyas capas atraviesan la provincia entera de Norte á Sur, desde el puerto Ventana hasta el cabo de Peñas. Todas las menas son fosforosas y silíceas,



algunas en tan alto grado que, como las del Naranco, llegan á contener hasta 40 por 100 de sílice. Los de Quirós, Castañedo, y los que en Llumeres explota la fábrica de *La Felguera*, son más ricos, más granudos, y á pesar de silíceos, tienen la notable propiedad de ser fácilmente escorificables, merced al silicato ferroso que entra en su pasta. A estas clases pertenecen también la mayor parte de los abundantes criaderos de Carreño, Avilés, Llanera y otros muchos. Su ley varía entre 35 y 48 por 100 de hierro y entran á formar parte de las parvas ó lechos de fusión de casi todos los hornos altos que existen en Asturias.

No tiene nada de particular que las menas citadas sean tan silíceas, si se observa, como ha hecho constar hace más de diecisiete años en la *Gaceta Industrial* y posteriormente en la *Revista Minera* el reputado ingeniero de minas D. Luis Adaro, que vienen entre cuacitas devoniana con hastiales de pizarras cloríticas, formando parte de la arenisca roja antigua, característica de este terreno, y á veces son *ella misma* impregnada de óxidos de hierro.

Damos á continuación los resultados de varios análisis industriales que debemos á la cortesía de D. Luis Correa, Jefe del Laboratorio de la importante fábrica de hierros y aceros que en el centro de la cuenca carbonífera de Langreo tienen los Sres. Duro y Compañía.

ANÁLISIS de los minerales de hierro, caliza y cok, que se emplean en los Hornos Altos  
de LA FELGUERA

PROCEDECIAS	CLASES	H <sub>2</sub> O — Por 100	SiO <sub>2</sub> — Por 100	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — Por 100	FeO — Por 100	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — Por 100	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — Por 100	CaO — Por 100	H <sub>2</sub> O — Por 100	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — Por 100	SiO <sub>2</sub> — Por 100	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — Por 100	TOTAL — Por 100
Asturias	Llumeres.....	3,50	15,20	3,57	4,87	70,59	0,89	1,30	0,12	1,28	0,70	"	99,72
	Carreño.....	3,60	16,60	4,10	7,42	63,31	1,15	1,90	0,10	1,36	1,01	"	99,55
	Porcía.....	5,00	12,50	7,50	10,64	42,46	5,62	2,10	0,12	3,41	0,40	"	99,45
	Quiros (escogida).....	3,10	12,70	3,10	3,72	73,37	0,92	1,10	0,10	0,74	0,86	"	"
	Bayó.....	9,00	10,20	5,10	2,10	69,52	1,65	1,75	0,10	0,13	0,32	"	99,57
Santander	Setares.....	10,10	11,40	2,30	1,69	71,85	1,29	0,25	0,10	0,19	0,40	"	99,57
	Cenizas del cok.....	"	37,80	33,00	16,22	"	2,17	5,91	0,40	0,44	0,42	"	96,36
Asturias	Caliza de Villa.....	1,50	0,90	0,30	"	0,20	"	96,50	0,32	0,07	"	"	99,79

NOTA.—En las cenizas del cok no se determinaron los óxidos de Na y K.

La zona férrea más importante de Vizcaya, medida en la misma dirección que llevan los estratos cretáceos que desde la provincia de Santander entran en ella y con cuya zona guarda evidente correspondencia; es decir, de Noroeste á Sureste, alcanza próximamente unos 24 kilómetros de longitud y un ancho medio de seis, distancia que separa al criadero de Somorrostro del de Galdames.

El primero, á quien puede mirarse como base, pues contiene el célebre monte de *Triano*, señalado por Plinio el Mayor en el siglo primero de nuestra Era, puede dividirse en dos regiones, designadas allí con los nombres de *Triano* y *Matamoros*.

El depósito de *Triano*, medido de Sureste á Noroeste, tiene más de tres kilómetros, un ancho sumamente variable entre 100 y 1.300 metros, y una potencia que desde pocos metros va en aumento al Noreste, hasta llegar á 30 en la mina *San Miguel* y más en *Las Conchas*.

La región de *Matamoros*, separada de la de *Triano* por el barranco de Granada, tiene aproximadamente dos kilómetros, medida de Noroeste á Sureste, una anchura máxima de 800 m., y un espesor en algunos puntos hasta de 70.

Además de éstas, que, como dijimos, son las de mayor importancia, existen otras, entre las que descuella la zona de Galdames, de cerca de un kilómetro corrida por 200 m. de latitud.

Lo dicho, aunque muy brevemente, demuestra la importancia del yacimiento bilbaíno; la universal aplicación de sus menas, no sólo en España, sino en el extranjero, adonde se exportaron el año anterior más de cinco millones y medio de toneladas, basta para patentizar su justo renombre.

Las menas de Bilbao, no sólo por su suficiente coherencia y notable porosidad se prestan admirablemente á experimentar las reacciones á que han de someterse, sino que por su extraordinaria pureza y gran contenido en hierro, son como reactivos y auxiliares de otras operaciones.

La fabricación de lingote con minerales impuros ó pobres, la cementación oxidante, la elaboración del acero en general, sobre todo en la parte relacionada con el *ore-process*, no hubieran podido alcanzar el estado de desarrollo que hoy tienen sin el poderoso y eficaz auxilio de las menas bilbaínas.

Cuatro son las especies mineralógicas explotadas hoy en este

envidiable distrito; la hematites roja, que según sea más ó menos compacta, recibe los nombres de *campanil* ó de *vena*, la hematites parda, que se llama *rubio*, y la siderosa, conocida con el nombre genérico de *carbonatos*.

Entre todas, la más pura y abundante en hierro (65 por 100 como máximo, 58 medio) es la *vena*, designada en tiempo antiguo con el apelativo de *vena dulce* por su facilísima reducción. Á ésta sigue el *campanil*, menos rico, 55 á 56 por 100 de hierro, menos puro, pues suele ir acompañado de romboedros de espato calizo, pero sin embargo muy apreciado por esto mismo, para la fabricación del arrabio, pues dicha ganga favorece las reacciones en el horno alto.

Ambas menas, que en otro tiempo alimentaron exclusivamente las ferrerías y los hornos de esponja, escasean hoy hasta tal punto, que las pocas minas que aún las contienen se benefician con suma parsimonia, otras por explotación subterránea (1), y aun hay industriales que, inspirándose en ganancias más ó menos probables, las conservan en grandes montones, aguardando precios extraordinarios.

El *Rubio*, es la mena más abundante del distrito y la que puede decirse, constituye en la actualidad la base de explotación en todas las minas.

Es menos rica en hierro, aunque raras veces baja su ley de 53 por 100, menos dulce también que las anteriores, pues exige un contacto más prolongado con los gases y con el carbón para reducirse; más cara en combustible, porque necesita mayor temperatura para fundir la ganga caliza que la acompaña; pero muy á propósito por esta razón para los hornos altos modernos, que trabajan con aire muy caliente, por lo cual adquiere gran demanda en el país y se exporta con avidez para el extranjero.

De pocos años á esta parte, el carbonato de hierro, que antes se arrojaba á la escombrera ó como mineral, entonces invendible, se ponía aparte por algunos mineros previsores, se explota al presente con gran éxito. Esta mena que forma la base y los contactos de los antiguos depósitos de hematites y á veces aparece intacta en al-

---

(1) Cerca de Galdames se explota un coto dirigido por el distinguido ingeniero de minas D. Enrique G. Borreguero, de que se extraen anualmente 100.000 toneladas de *campanil*.



gunas partes del criadero, da un rendimiento en hierro, que aunque no pasa, por lo general, del 40 al 42, adquiere un aumento considerable por la calcinación, como luego veremos.

Hasta hace poco menos de medio siglo, sólo era objeto de explotación la vena, por ser el único mineral que empleaban las antiguas y renombradas ferrerías vizcaínas; después, con la adopción de los hornos altos, empezaron a consumirse el campanil y el rubio, más ó menos avenado, hasta que el considerable desarrollo y constante progreso alcanzado durante estos últimos años por la industria del hierro, los ha hecho necesarios á todos.

Pocos años hace, quizá no haga diez, que los carbonatos sólo se utilizaban agregándolos á las parvas de los hornos altos, y esto en pequeña cantidad; pero jamás eran considerados como minerales beneficiables, ni alcanzaban aplicación aisladamente. Hoy que se ha logrado hacerles adquirir leyes en hierro de 56 y hasta 59 por 100, constituyen una nueva mena, que ha venido en auxilio de sus compañeras, cuando se hallaban próximas á desaparecer, según cálculos de eminentes geólogos.

Cómo se han formado los minerales bilbainos, lo explica el distinguido ingeniero de minas y conocido geólogo D. Ramón Adán de Yarza, del siguiente modo:

“La textura claramente cristalina del campanil, hepigénesis del hierro espático, los hermosos romboedros de espato calizo que le acompañan, las formas concrecionadas del mineral rubio, los cristales de cuarzo que tapizan sus geodas, proclaman el origen hidrotermal de estos minerales, y no puede dudar que todos ellos provienen de la alteración del hierro espático, el cual aún se conserva intacto en algunas partes del criadero.

“La vena que, por lo general, se presenta en las partes más húmedas de la mina y en la masa de campanil, es una modificación de éste por la acción de las aguas que disuelven la porción de carbonatos, sobre todo, el cálcico, dejando un óxido férrico más puro y menos compacto, pero que aún suele conservar la estructura cristalina del hierro espático.

“Todos estos hechos, unidos á la íntima conexión de la masa mineral, principalmente del campanil con la caliza, hacen suponer que después de depositadas las capas de la formación cretácea haya tenido lugar una enérgica acción geiseriana, obrando sobre ellas

manantiales cargados de carbonato ferroso, disuelto á favor de un exceso de ácido carbónico; en este caso, como la caliza ó carbonato cálcico es más soluble en agua saturada de ácido carbónico que el carbonato ferroso, habrá sido desalojada por éste, al paso que la acción de aquellas aguas sobre las otras rocas habrá sido mucho más débil, á causa de su distinta composición química, limitándose, por ejemplo, á impregnar las areniscas ó rellenar las hendiduras de unas ú otras rocas y las cavidades naturales del terreno, (1).

En Ollargán, y muy especialmente en la mayor parte de los criaderos de la provincia de Santander, aparecen las hematites en pequeños trozos (*chirta*), deseminados en grandes masas de arcilla, con una ley en hierro que, cuando predomina la roja, suele llegar al 54 por 100.

Guipúzcoa y Navarra tienen criaderos importantes, á cuya cabeza figura en la primera la mina *San Enrique*, de Irún, de hierro espático, con un contenido de 40 á 42 por 100 de este metal, unido á más de 3 por 100 de manganeso, y los de *Lesaca* y *Vera* en la segunda.

Unos y otros, de escasa producción respecto á los anteriores, benefician en algún caso sus menas en la localidad ó las exportan á Francia.

Los criaderos de León tienen hasta el presente poco desarrollo, vendiéndose sus menas en el país, transportándose á veces hasta el ferrocarril, y las menos beneficiándose en forjas.

Tales son las principales menas que constituyen la primera materia para la elaboración del hierro y del acero en el Norte de la Península.

Sólo como excepción comienza á emplearse en algunos hornos bilbainos, unidos á las menas naturales, *menas artificiales* ó sub-productos de la industria, como son los residuos de la tostación de pirritas, procedentes, ya de Huelva, ya de la fábrica de ácido sulfúrico y dinamita de Galdácano, etc.

De las castinas, fundentes, reactivos y demás primeras materias utilizadas por la industria siderúrgica, nos ocuparemos con objeto de abreviar, cuando tratemos de la obtención de los diversos com-

---

(1) *Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya*, por D. Ramón Adán de Yarza, Ingeniero jefe del Cuerpo de Minas, pág. 147.

puestos férreos y de los hornos empleados por cada fábrica en particular.

La elaboración de materiales refractarios, por su importancia y por el notable desarrollo que ha alcanzado recientemente en nuestro país, constituirá la última parte de este capítulo.

## PREPARACIÓN DE LAS MENAS DE HIERRO

### PREPARACIÓN MECÁNICA

Las hematitas de Bilbao y los minerales de Asturias suelen enviarse directamente á los cargaderos ó á las fábricas de beneficio. Lo más que con ellos suele hacerse es practicar un apartado á mano en los mismos tajos ó canteras en que, por lo general, se explotan; de él resulta: estéril, que se arroja, y beneficiable en tamaños ó con gangas diversas, que suelen amontonarse separadamente.

Los escombros producidos por los barrenos y los detritus, ocasionados al partir los trozos grandes antes del escogido, contienen minerales útiles, que por su pequeño volumen son difíciles de separar á mano. Á fin de recogerlos, se someten unos y otros á un sencillo y rápido cribado, practicado por los mismos obreros, del que se obtiene mena en pequeños tamaños y polvo á veces muy rico, que para siempre queda abandonado en la escombrera.

Cuando los minerales vienen cubiertos de lodo ó envueltos en masas arcillosas se someten al

### DESENLODADO

Al Sur de la bahía de Santander y en las zonas de Cabarga y Castro-Urdiales, de esa provincia, existen abundantes depósitos de óxidos é hidróxidos de hierro en trozos más ó menos pequeños, llamados, como dijimos, *chirta*, rodeados por gran cantidad de tierra arcillosa, alojada en grandes cavidades dolomíticas.

La fig. 168 representa un frente de labor de uno de estos depósitos (*chirteras*), perteneciente á la mina *San Jorge*, de Penagos, de la *Compañía de San Salvador*, que se explota á roza abierta,





FIGURE 169.

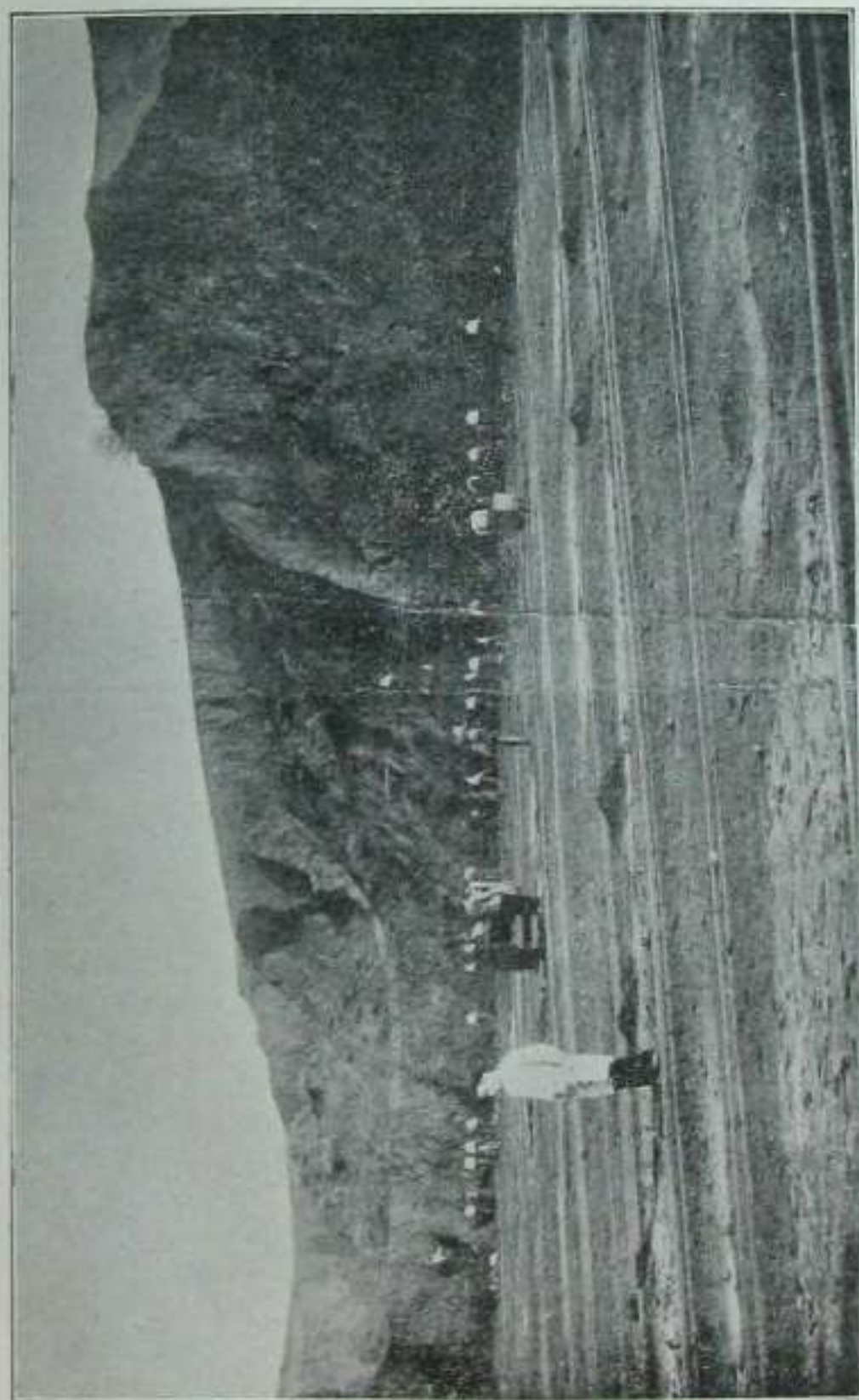


FIGURE 108



como las de Bilbao, y la 169, correspondiente á la mina *Alicia*, ofrece el aspecto del terreno después de explotado.

Al principio, en todas las minas de las referidas zonas, arrojaban el mineral menudo á la escombrera, aprovechando sólo el grueso arrancado de los bancos, de lo cual resultaba escasa producción y una pérdida irremediable. Después, con objeto de aprovechar más, sometían las tierras á un cribado, arrojando solamente el polvo. Éste método, á más de imperfecto y lento, pues había que cribar dos y tres veces, era impracticable como sistema en la provincia de Santander, donde llueve con tanta frecuencia, y á menos de desecar previamente la substancia, lo cual es muy caro, no hay medio de separar los trozos menudos al estado de lodo.

Á medida que la relativa escasez de las menas bilbaínas vino dando importancia á estos criaderos, se emprendieron estudios determinados encaminados á la completa utilización del mineral explotable, acudiendo entonces varias Sociedades á la conocida casa Humbolt de Kalk con muestras de sus chirtereras y vaciaderos, para en su vista, y practicados los ensayos correspondientes, emprender las futuras instalaciones.

Los resultados fueron tan satisfactorios, que la *Compañía minera de Setares* montó, en un antiguo molino cerca de Ontón, para disponer de agua (pues las chirtereras suelen estar desprovistas de ella), cuatro tromeles desenlodadores de 3,20 m. de longitud por 2 de diámetro, capaces de tratar 400 toneladas de tierras, dando un rendimiento de 50 por 100, ó sean 200 toneladas diarias de mineral limpio. Este lavadero está destinado á desenlodar unas 600,000 toneladas de menudos, que origina la explotación, que de otro modo no tendrían ulterior empleo.

La *Compañía de San Salvador* (Iron Ore C. L.<sup>a</sup>) tiene en marcha cuatro tromeles cilíndricos de cinco metros de largo por dos de diámetro, con escuadras de acero fijadas en su interior, según arcos de hélice. El tercio inferior se halla formado por una chapa perforada que deja pasar las materias más finas.

Los tromeles no tienen eje; giran sobre cuatro rodillos dispuestos en la parte inferior, en los que actúa el esfuerzo de una máquina horizontal de vapor que los comunica un movimiento circular continuo. Cada tromel lava de cinco á seis toneladas de mineral por hora, el cual entra con una ley de 30 por 100 y sale con



la de 57. El aspecto de los cuatro tromeles aparece en la fig. 170, y en la 171 el de la instalación general.

En las minas de *Obregón*, propias del distinguido industrial don José Mac-Lennán, en tratos para ser adquiridas por *The Orconera Iron C.<sup>o</sup> L.<sup>o</sup>*, de Bilbao, funcionan tromeles análogos.

Las minas llamadas los *Chitones* y las *Deseadas*, aún sin explotar, consisten en grandes depósitos arcillosos con chirta, que las mismas lluvias dejan al descubierto en los desmontes. El mineral se divide en tres clases, según su contenido en mena. Llámense *tierras pobres*, las que encierran menos de un 18 á 20 por 100 de mineral en peso; *regulares*, las de 20 á 25, y *ricas*, las que contienen más.

Los lavaderos de Solía tienen tres pares de tromeles de 2,50 de diámetro cada uno, por 5 metros de longitud. Son de chapa de acero, provistos de escuadras interiores en forma helizoidal, de un tubo interior paralelo al eje que lanza agua en sentido contrario al descenso de la materia y de dos en su terminación que la proyectan en forma de lluvia para desleir el contenido y ayudar su salida. Cada uno tiene al fin un collar elevador que la echa en un tromel final cónico de chapa perforada, con el objeto de descartar la parte más fina envuelta en el agua. Los tromeles, compuestos de la manera dicha, giran sin eje central, descansando sobre seis rodillos, tres en cada lado, los cuales reciben movimiento del motor general.

El desenlodado se efectúa del modo siguiente: las tierras ferríferas, que desde una estacada en que se han reunido al venir de los tajos, descienden por unos canalizos, mediante una corriente de agua á presión, que lanza un operario con una manga de riego, se clasifican según dos tamaños en una parrilla constituida por una plancha de arrabio con perforaciones rectangulares de 10 por 6 cm. El superior, que no ha atravesado la plancha, se amontona para someterlo después al escogido; el de menor volumen, que naturalmente ha pasado, se reparte entre los tromeles para desenlodarlo.

La parte que atraviesa la tela del tromel final, se concentra en un cajón alemán que tiene cada desenlodador, donde dos obreros, trabajando diez horas al día, suministran igual número de toneladas de arenas ferríferas limpias.

Las aguas turbias se reúnen en estanques ó recipientes de depósito en que aún dejan algún mineral útil, que se extrae de cuando en cuando, decantándose el líquido claro constantemente por vertede-



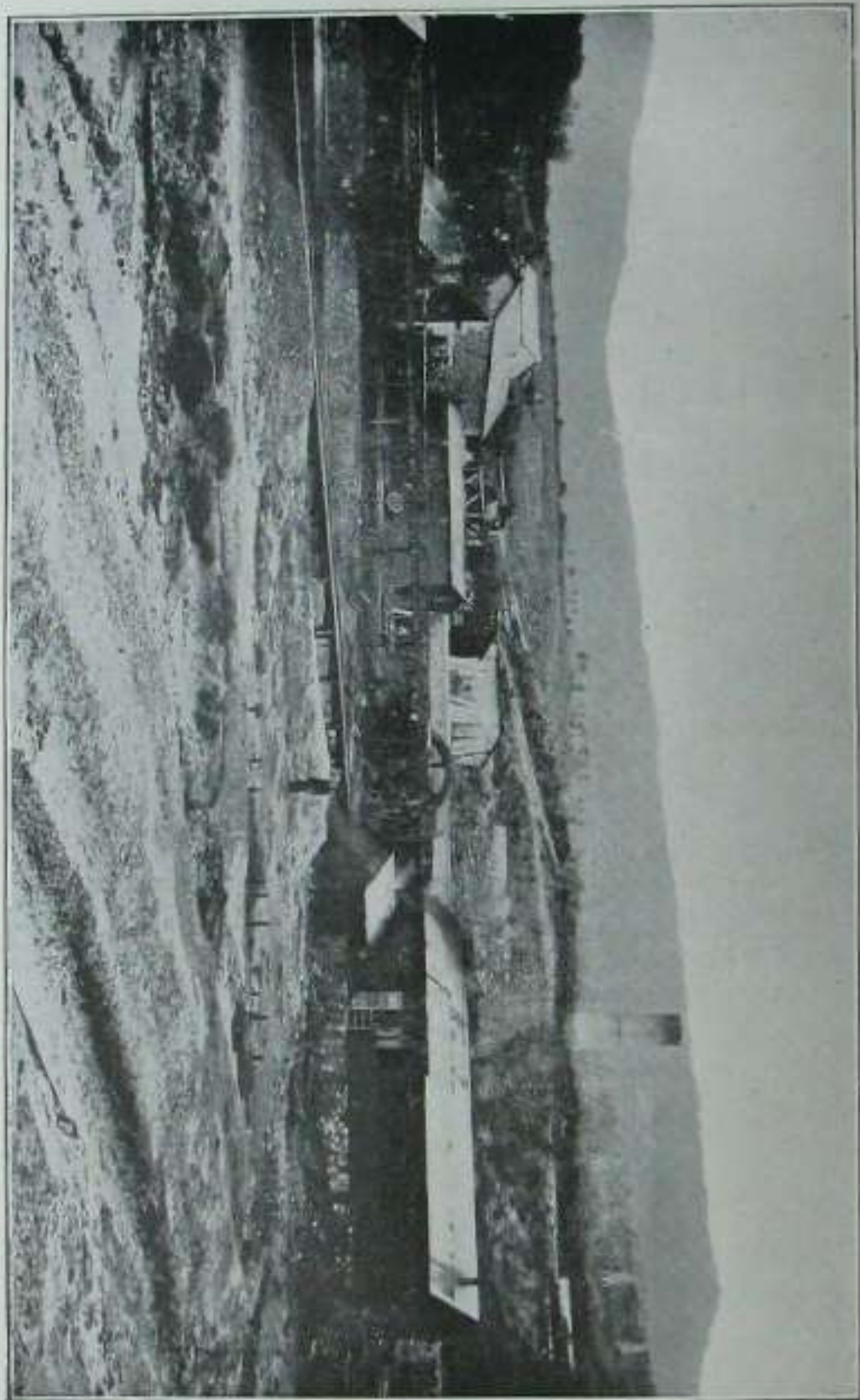


Figura 173



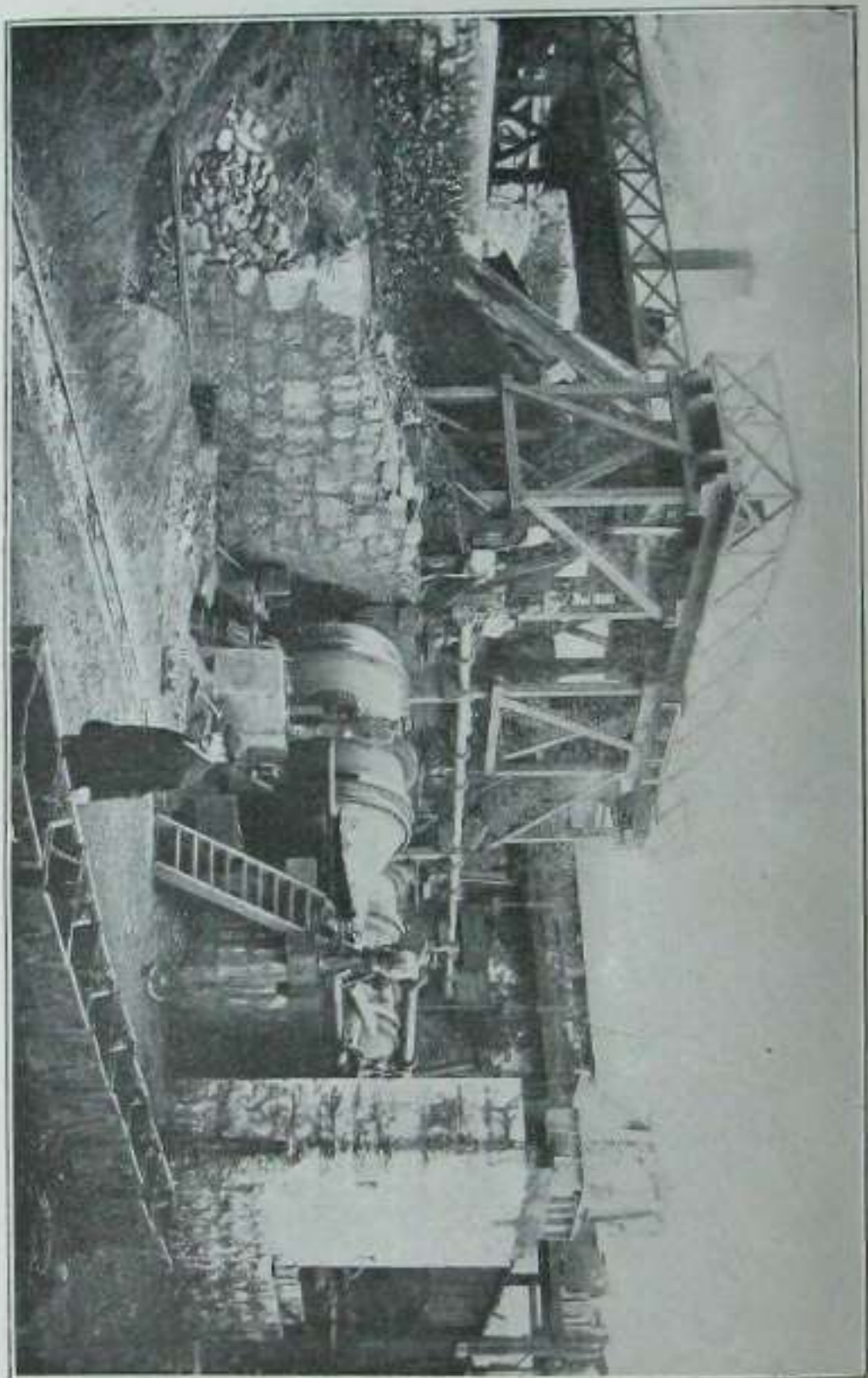


FIGURE 172



FIGURA 170



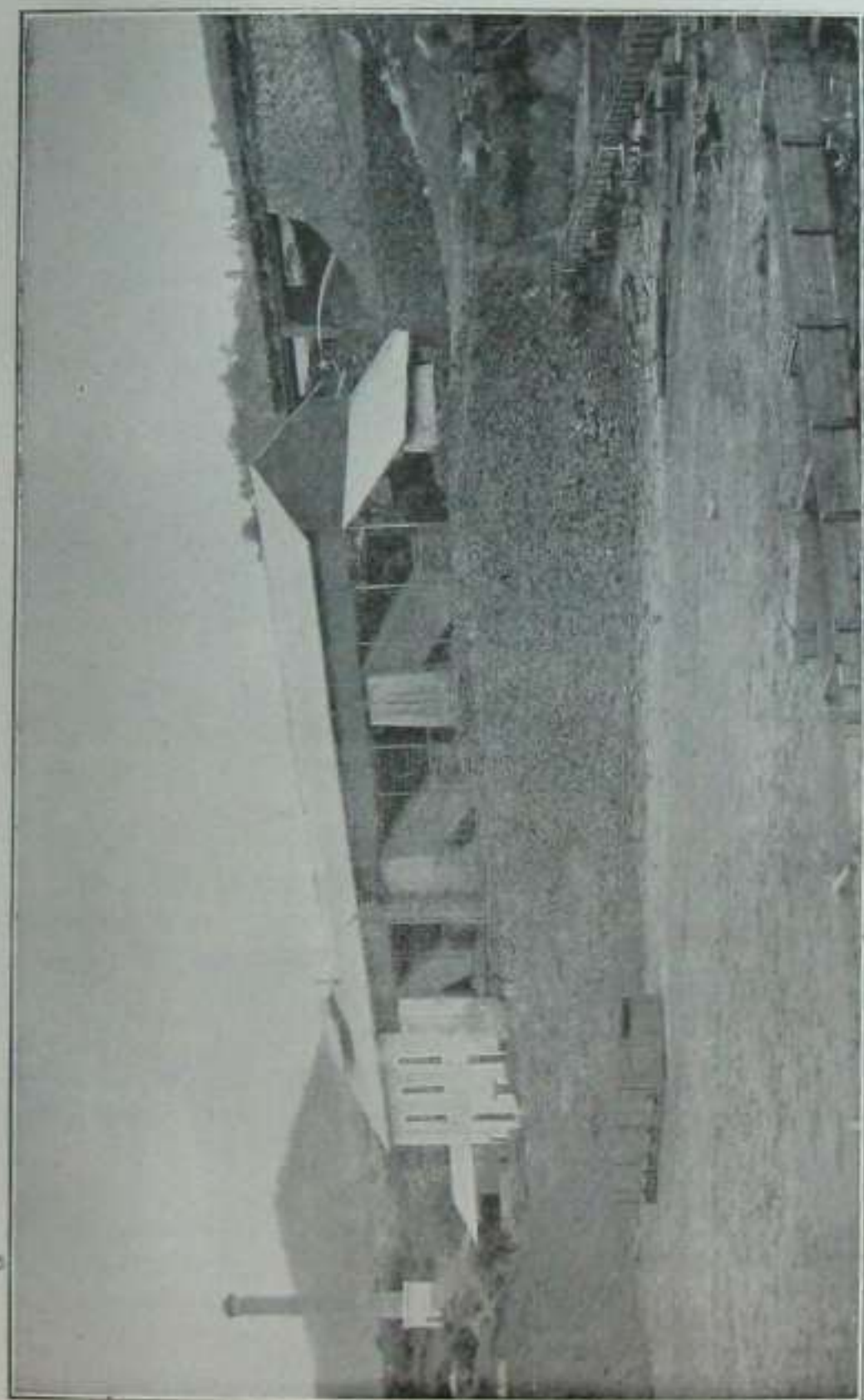


FIGURE 171





ros superiores, que por canales va al pozo de bombas para ser empleado de nuevo.

Al principio tenía el tromel final, en vez de chapa perforada, dos telas metálicas concéntricas; la parte mineral que pasaba por las dos se clasificaban en unos *spitokasten* de corriente ascensional, colocados lateralmente. Esta disposición no dió el resultado que se esperaba, por la gran cantidad de materias arcillosas que era forzoso separar.

Cada tromel produce de 5 á 6 toneladas de mineral limpio por hora de trabajo. En nuestra visita funcionaban cinco y daban unas 300 toneladas al día.

Movían el taller y tres bombas centrífugas, una para alimentación de las calderas y dos para lavadero, dos máquinas Compound, de baja y alta presión, de unos 30 caballos dinámicos. En vez de correas de transmisión se emplean cables de cáñamo, que tienen la ventaja de apretarse con la humedad, evitando el resbalamiento.

Dos calderas de hogar excéntrico y plancha ondulada, para aumentar la superficie de caldeo, alimentadas por un caballito, timbradas á diez atmósferas y trabajando á seis, suministran el vapor necesario.

La instalación se ha hecho por la casa Humboldt, de 1892 á 1893 y costó próximamente 500,000 pesetas.

La fig. 172 muestra el último tromel y la 173 la vista general del taller.

En la isla de Morero, próxima á la mina *Ciega*, del término de Maliaño, se ha montado un lavador, que empezó á funcionar el 15 de Enero de 1896 y difiere de los anteriores.

Viene el mineral desde la mina en un tranvía Hodgson hasta el depósito, del cual cae envuelto en agua, sobre una plancha de arrabio perforada (12 por 7 cm.) que descarta desde luego los trozos más gruesos para ser escogidos á mano. Lo que pasa, entra en un *patui-let* formado de un canalizo semicilíndrico de chapa, ligeramente inclinado, de 10 metros de longitud por 0,90 de diámetro, dentro del cual se mueve un árbol, situado en el eje, provisto de paletas de acero dulce. El canalizo presenta de trecho en trecho (próximamente de metro en metro), diques de palastro cuyos bordes se hallan inclinados en sentido contrario á la corriente y que el mineral se ve obligado á salvar, impulsado por el movimiento rotatorio de las paletas.

De este modo, por muy adherida que venga la arcilla, se destaca perfectamente.

Completa el desenlodado un tromel de plancha de acero, cuyo interior se halla dotado de escuadras helizoidales, al cual accede la mezcla emulsionada en el agua. Dicho tromel es troncocónico y lleva por dentro un tubo que arroja agua á presión.

Limpia la chirta, cae á un depósito, del cual la extrae una noria para cargarla en los vehículos que han de conducirla al almacén ó directamente al mercado. Las aguas sucias van á la marisma.

Las tierras que, al entrar, tienen de 20 á 35 por 100 de mineral menudo, dan chirta lavada con una ley en hierro de 60 por 100 (1).

Los dos aparatos adosados, que allí funcionan, pueden producir de 90 á 110 toneladas en diez horas de trabajo. Cada *patuillet* tiene una potencia lavadora de 100, en igual tiempo, así que entre ambos aparatos pueden tratar 200 toneladas, con un rendimiento de 50 por 100.

Este sistema que, como se ve, tiene una producción próximamente igual al anterior, comienza á extenderse, pues ofrece positivas ventajas. La anteposición del *patuillet* al tromel desenlodador, que destaca y emulsiona previamente la arcilla, da á los productos, en menor tiempo, mucha más limpieza. A esto se añade que es más económico (2) y fácil de adquirir, pues se fabrica en la comarca por el inteligente industrial Sr. Lavín, vecino del Astillero. A la disposición que nos ocupa suele designarse con el nombre de *sistema Lavín*, como al otro, por su procedencia, con el de *sistema Humboldt*.

No es sólo en Santander donde se construyen tromeles desenlodadores; de 4 y 5 metros de largo por 0,80 ó más de diámetro, con escuadras helizoidales, etc., los hemos visto fabricar con la mayor perfección y aun con algunas mejoras respecto á los alemanes, en las conocidas fábricas de Vizcaya (Sestao) y de D. Santiago Ibarra (Ortuella).

En las minas *Berango* y *Escarpada*, de Galdames, arrendadas á la Sociedad *Vizcaya*, dueña de aquella importante fábrica siderúrgica, funcionan con excelente resultado, bajo la dirección del

(1) Debemos estos datos al distinguido ingeniero de minas D. Enrique García Boreguero, Director de la explotación.

(2) Un quinto, poco más ó menos, respecto al anterior.

inteligente ingeniero de minas D. Valeriano Balzola, dos tromeles del tipo *Humboldt* con útiles modificaciones introducidas al construirlos en los talleres de la fábrica.

## CALCINACIÓN Y TOSTACIÓN

No basta descartar las menas de las gangas, elevar el contenido en hierro de aquéllas, ni separarlas en clases y tamaños apropiados por la preparación mecánica; es preciso en muchos casos, alterar su composición química, y con ella su textura, á fin de poderlas someter con ventaja al tratamiento metalúrgico.

La *calcinación* elimina los elementos volátiles que contienen, principalmente agua y anhídrido carbónico; la *tostación* no sólo actúa sobre las materias oxidables, desprendiéndolas al estado gaseoso cuando esto es posible, ó haciéndolas pasar á otros grados más fáciles de reducir, sino que disgrega las menas y las transforma de tal modo que de *duras* las hace *dulces*, ó lo que es lo mismo, permeables á los agentes siderúrgicos.

Ambas operaciones se suceden y completan, por lo general, dentro de los mismos aparatos en que se verifica la primera, pues como la calcinación no suele cesar en el momento mismo en que se hayan desprendido las materias volátiles, sino que, por el contrario, continúa en un exceso de aire, si la mena contiene elementos oxidables, habrá al propio tiempo una tostación más ó menos completa que los elimine ó reduzca á combinaciones más fáciles de descomponer.

Tratándose de menas tan puras como las hematites de Bilbao, dichas operaciones no son necesarias, sobre todo, para la vena y campanil, bastándole al rubio la preparación térmica que experimenta en la parte superior de los Hornos Altos.

Los óxidos é hidróxidos de Bilbao van, por lo general, directamente al horno tal como vienen de las minas.

No sucede lo mismo á los minerales de Asturias, más compactos é impuros. La calcinación previa es allí, si no indispensable, por lo menos conveniente en la mayoría de los casos, aun tratándose de los que han de reaccionar unidos á las menas bilbaínas.

Así se observa en las fábricas asturianas, y muy principalmente en aquellas que se alimentan en gran parte con minerales del país, como la de *Mieres*, hornos para calcinar calcados unos en tipos conocidos y otros con modificaciones de adaptación adecuadas á la índole especial de las menas.

La entrada de los carbonatos bilbainos á formar parte integrante de aquellas ricas menas, respecto á las cuales hasta hace poco eran sólo un accidente, ha dado lugar á nuevos é interesantes estudios acerca de la calcinación, traducidos en hornos especiales que, á pesar de los pocos años que llevan en marcha, han merecido la atención de siderólogos tan eminentes como Jordán y Ledebur, y últimamente en Septiembre de 1896 del *Iron and Steel Institute*, reunido en Bilbao para celebrar su sesión anual.

Catorce ó quince hornos funcionaban durante nuestra visita y algunos más se hallaban en construcción, todos en esencia lo mismo,

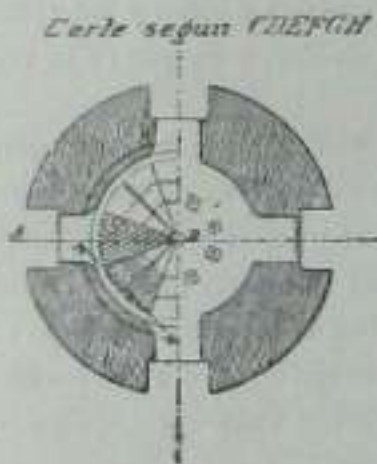


FIG. 174.

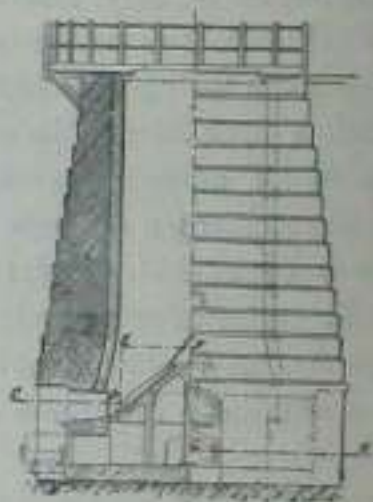
*Corte medio AB y semielevación*

FIG. 175.

salvo algunos detalles dependientes más del capricho del constructor, que de verdaderas modificaciones.

Las figs. 174 á la 179, ambas inclusive, cuyos originales debemos á las amabilidad del distinguido ingeniero M. P. Benoys, y las 58, 59 y 180 nos dan idea completa de un par de hornos construídos por la *Sociedad Franco-Belga*, y que funcionan con excelentes resultados desde fines de Diciembre de 1891.

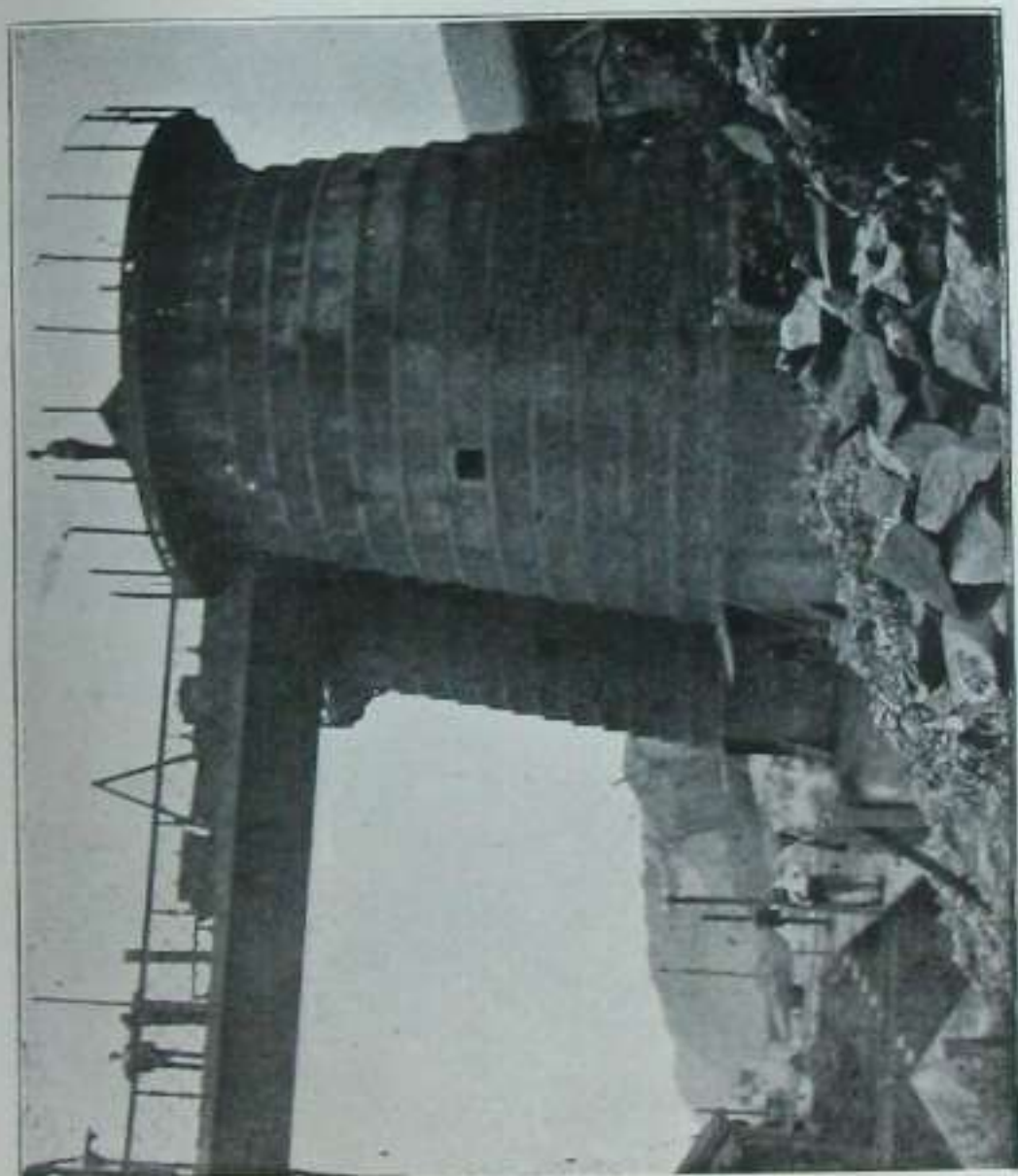


FIGURA 180



Son hornos de cuba, cilíndricos ó casi cilíndricos y de tiro natural. El aspecto de la parte inferior de su sección, recuerda el horno de Wetsman y la forma de su plaza la empleada en los del Cleveland. Sin embargo, tienen elementos y condiciones que no llenan ninguno de los dos tipos citados.

El macizo exterior es de ladrillo ordinario, formando retallos, en que se apoyan los cellos del engatillado; la camisa ó parte interior de ladrillos refractarios ingleses en un principio, ahora empiezan á utilizarse con éxito los españoles, que son, como es natural, más económicos. La camisa y el macizo exterior se hallan perfectamente enlazados entre sí por medio de ladrillos á tizón, que se colocan de trecho en trecho. El horno presenta en su parte inferior cuatro puertas ó aberturas, situadas en los extremos de dos diámetros perpendiculares, divididas por la plaza cada una en dos, cerradas con su correspondiente puerta de hierro; por la superior se efectúa la descarga, y la inferior, más ó menos abierta, regula el aire necesario para la calcinación.

*Plano general*

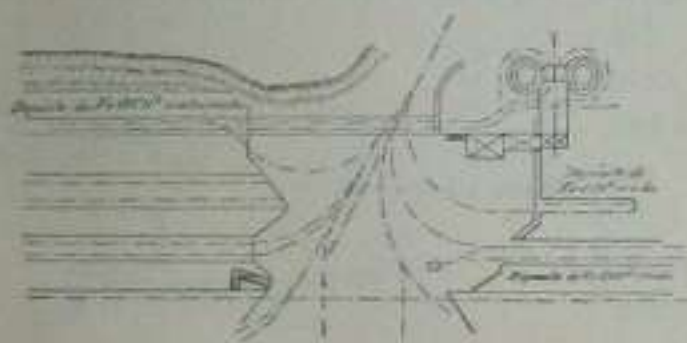


FIG. 177.

rias de aire, como se observa en la sección, pero éstos, en la mayoría de los casos son innecesarios, según ha demostrado la práctica.

La plaza es de la forma que indican las figs. 174, 175 y 176, es decir, piramidal, de caras cóncavas y de aristas curvas, con objeto de repartir la masa calcinada para que salga con regularidad

*Corte de la parte inferior según AB*

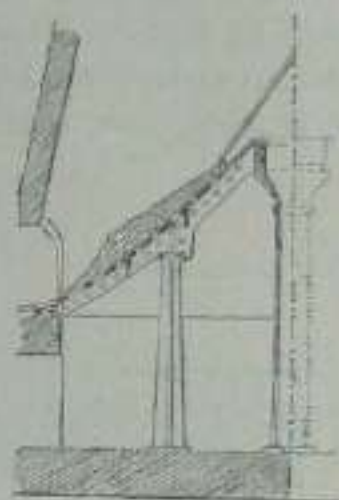


FIG. 176.

diente puerta de hierro; por la superior se efectúa la descarga, y la inferior, más ó menos abierta, regula el aire necesario para la calcinación.

Á diferentes alturas han solido dejarse venterones ó entradas supletorias de aire, como se observa en la sección, pero éstos, en la mayoría de los casos son innecesarios, según ha demostrado la práctica.



por las puertas, cuyos umbrales se hallan formados por una parte inclinada y algo saliente que sirve de vertedero.

La pirámide, que es de hierro colado ó arrabio, tiene sus caras perforadas y está sostenida por columnas del mismo metal, para constituir un depósito del aire que entra por las puertas inferiores.

Cuando se construyeron los primeros hornos se coronó la cúspide por un pequeño cono, como se ve en los cortes, idéntico al del Cleaveland y con el mismo objeto, es decir, distribuir y ofrecer paso al aire alrededor de su base; pero según la competente opinión de M. Benoys no es necesario.

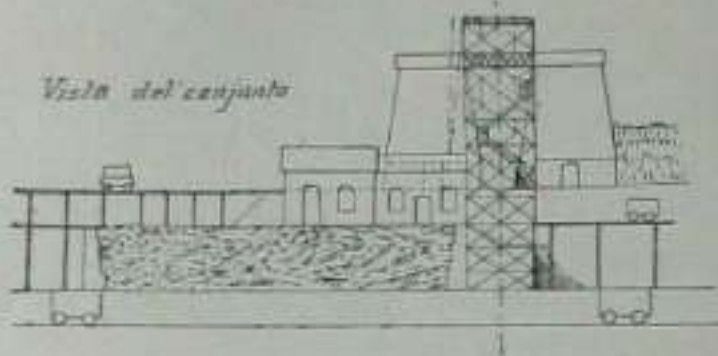


FIG. 178.

Veremos cómo funcionan estos interesantes aparatos de calcinación.

La siderosa, después de escogida y del tamaño conveniente, viene en vagones á la base del montacargas, que la eleva, así como separadamente al combustible, hasta la plataforma, desde la cual y en las proporciones necesarias, arrojan los cargadores ambos elementos al horno.

El mineral, en extralificación concordante con una pequeña cantidad de combustible, desciende poco á poco, desecándose primero hasta que, alcanzando después una temperatura de 400 á 500 grados, comienza á perder el ácido carbónico, quedando el hierro al estado de óxido ferroso; esta descomposición absorbe unas 140 calorías por kilogramo de siderosa. Más abajo, dicho óxido va siendo cada vez más rico en oxígeno, hasta que en la base, más elevada la temperatura y en contacto con gran cantidad de aire, se transforma en óxido férrico, emitiendo 230 calorías por kilogramo.

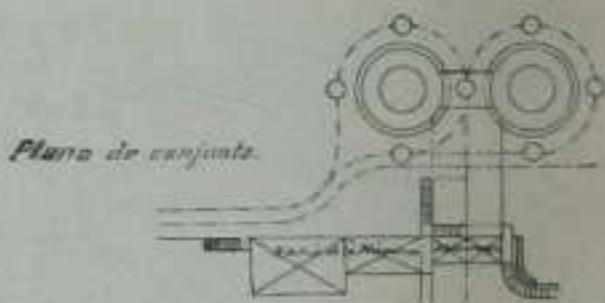


FIG. 179.



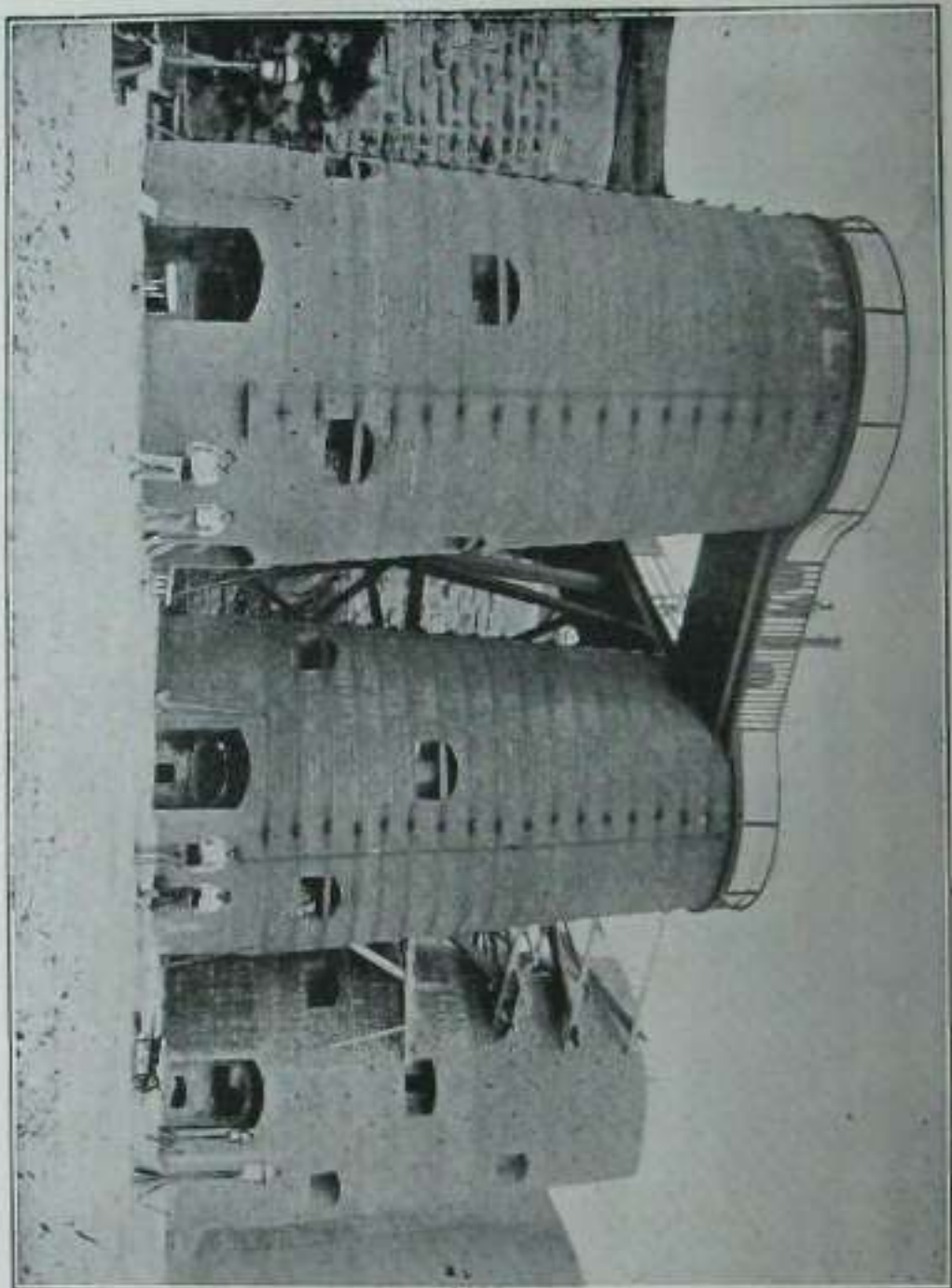
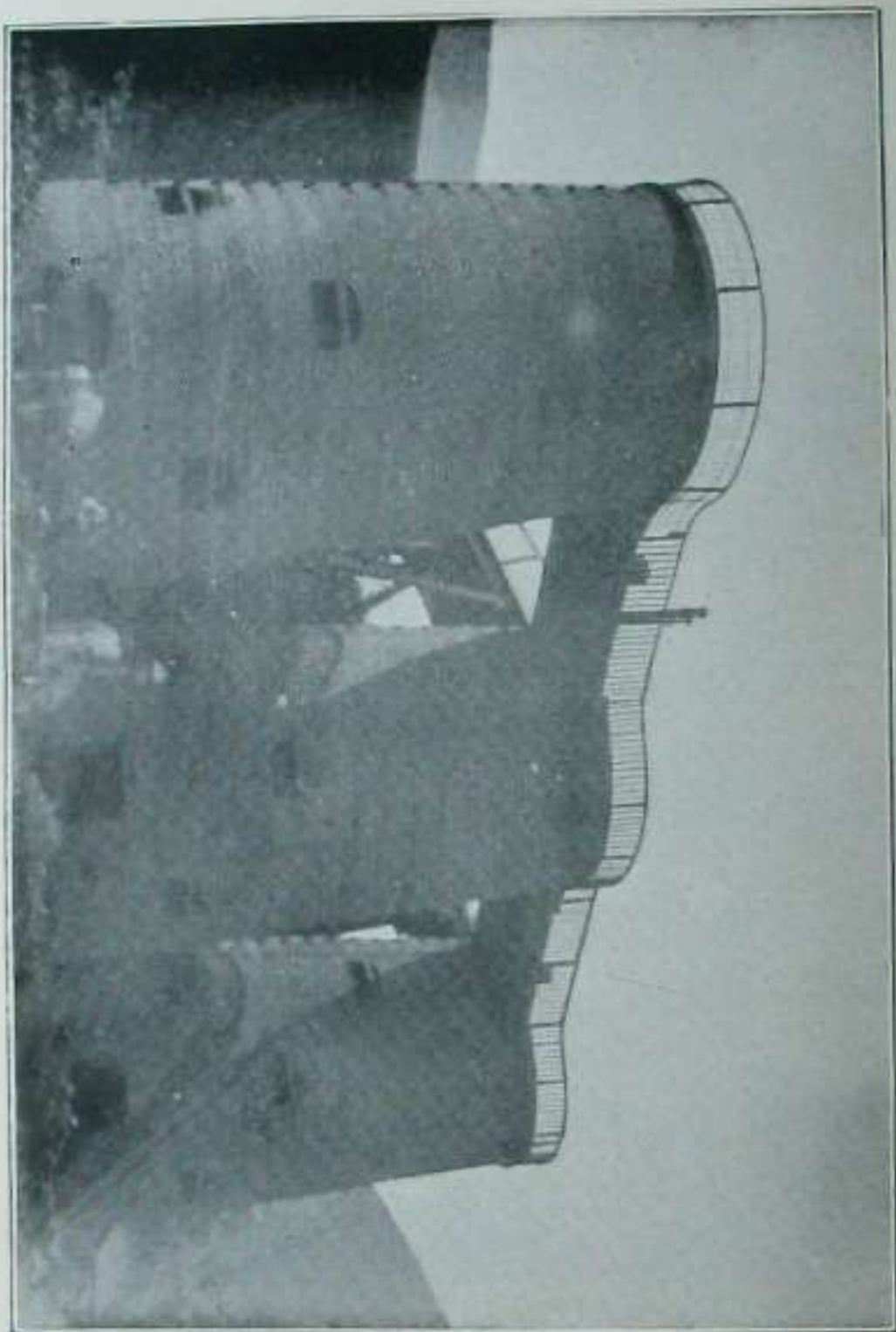


FIGURE 191



FIGURE 182



De aquí resulta que el calor que pierde al *calcinarse*, lo ganó con exceso al *tostarse* ú oxidarse al pasar á férrico el óxido ferroso, de tal modo, que, en teoría, la operación debía marchar por sí misma una vez iniciada. Sin embargo, á las pérdidas inevitables por radiación, hay que agregar las producidas por desprendimiento del agua higroscópica, caldeo del aire y de las materias estériles que acompañan á los carbonatos, los cuales reunidos observan algunas calorías. Es conveniente, por lo tanto, sobre todo por precaución, valerse de una pequeña cantidad de combustible; éste es hulla menuda, antracitosa y de bajo precio, en una proporción solamente de 3 á 5 kilogramos por 1.000, en vez de los 400 á 500 que se emplean en los hornos de calcinación, usados generalmente en el extranjero. La economía de combustible es, pues, notabilísima. La carga se hace por extratificación, agregando el combustible á ojo generalmente, ó á lo más con una especie de cogedor medido.

Son, como dijimos, hornos de cuba del tipo de los hornos altos, pues su elevación excede, por lo general, á 10 m., de un diámetro de cuatro aproximadamente y de gran capacidad por lo tanto.

La *Sociedad Franco-Belga* tiene tres en marcha, dos de 80 metros cúbicos y otro de 70. La producción es aproximadamente de una tonelada diaria por metro cúbico de capacidad.

El coste, unas 20.000 pesetas cada horno.

Construye actualmente un nuevo horno para *menudos*, de 7,60 metros de altura, cuya plaza es un semiprisma formado de barrotes de hierro en la disposición que tienen los cabios en una techumbre colocados sobre un hogar, que es un rectángulo de 2,80 por 2,60 m.

La *Orconera Iron Ore Company*, tenía dos hornos concluidos para calcinación y uno en construcción (fig. 181); pero en nuestra segunda visita se hallaba terminado (fig. 182) Son de análogas condiciones á los descritos, de 78 m<sup>3</sup> de capacidad por horno; difieren solamente, como indica el grabado, en que situados al pie de la montaña en que se hallan los frentes de labor, los minerales llegan directamente á la meseta por un puente de servicio, en vez del montacargas necesario á los del *Cadegal* pertenecientes á la *Sociedad Franco Belga*. Los venterones ó accesos de aire á la cuba se conservan, según puede apreciarse en ambas figuras, dándoles aquí gran importancia.

Pero de todos los hornos de calcinación que funcionan en Bilbao,

el mayor y más lujosamente construido, es el de *Luchana Mining Company*, en marcha desde 1891. Tiene un volumen interior de 150 m<sup>3</sup>, está construido del mismo modo y forrado completamente de chapa, como si fuera un horno alto, con plaza y boquillas fundidas; costando, según dicen, más de 100.000 pesetas. Por lo demás, ni su perfil ni su manera de funcionar, difieren de los anteriores.

Los hornos que actualmente se erigen son más modestos, pues la práctica ha hecho ver que, sin disminuir las condiciones de producción, puede abarataarse su coste.

Desde el más sencillo *calero* ú horno de cal, rectangular, de mampostería ordinaria, sin revestido interior, de dos bocas ó puertas, plaza de fábrica también, formada por dos planos inclinados hacia á éstas para facilitar la descarga, hasta otros, más ó menos esmerados, se hallan marchando en minas que obtienen poca siderosa ó que no pueden recargar los productos con las anualidades de amortización correspondientes á un horno de regulares condiciones.

Fuera de estos casos, los caleros, aunque sean perfeccionados y á pesar de su baratura, no tienen cuenta, pues no duran y tienen una producción muy pequeña.

Los hornos que se levantan hoy, y la práctica proclama como mejores, son los de ladrillo ordinario, forrados interiormente de este material ó piedra refractaria, de unos 0,30 m. de espesor. A lo que debe atenderse principalmente, es á que el material sea duro y compacto para que resista lo posible á la erosión del mineral en su descenso, pues el calor no es suficiente para alterarlo. Fundado en esto, hay quien preconiza el empleo del ladrillo común, simplemente prensado y bien cocido, en toda la altura de la cuba, ó por lo menos, hasta dos metros de la boca, que es donde hay menos temperatura, y el mineral, al descargarse, choca con las paredes del horno. La piedra refractaria de Galdácano, bien tallada, es la que ha obtenido mayor éxito en la construcción de la camisa, pues aunque más cara que el ladrillo refractario de *San Felices*, por ejemplo, dura mucho más.

El muro, en el tragante, tiene, por lo común, 0,60 m. de espesor, aumentando hacia la base por retallos sucesivos, hasta adquirir 1 á 1,50; cada retallo soporta un cello de hierro (8 á 10 por lo regular), con objeto de que, atirantando el macizo, le impida abrirse durante las dilataciones que experimenta al comenzar la marcha.

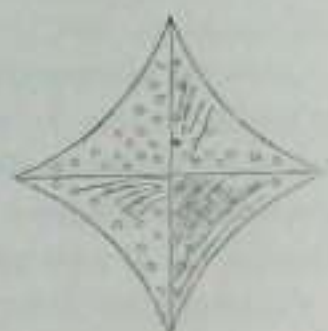
El perfil de la cuba es muy variado; á veces es completamente

cilíndrico, otras un poco cónico, con la base mayor arriba ó abajo, pero el que se considera más conveniente por algunos, es el cilíndrico desde el tragante hasta 4 ó 5 m. encima de las puertas, y desde allí en disminución gradual hacia la plaza; es decir, si empieza por 4 m., por ejemplo, que alcance 3,50 en la parte inferior. De este modo, según observaciones hechas por el distinguido ingeniero de minas D. José A. Arana, á quien debemos muchos de estos datos, y que nos acompañó amablemente en varias de las visitas que hicimos á la zona minera, la bajada de las cargas es más regular y menos expuesta la marcha á la formación de *chimeneas*, que hacen desigual la calcinación.

Las planchas de hierro que protegen la plataforma del tragante suelen prolongarse á veces hasta el interior, protegiendo así el paramento, contra el choque de los trozos de mineral crudo al ser cargado en el horno.

La plaza es generalmente de arrabio, fundida en una, dos y hasta cuatro piezas, ó bien sólo la parte superior (*sombrero*), formándose el resto de chapa hasta las boquillas, lo cual es más barato. En uno ó en otros casos, siempre está dotada de agujeros á fin de que el aire acceda libremente.

Las figs. 183 y 184 representan en sus dos proyecciones una plaza de arrabio, piramidal, de caras cóncavas y perforadas que vimos moldear en la fundición que tiene en Ortuella, D. Santiago Ibarra. Las entradas de aire ó venterones que tienen en la cuba los hornos antiguos, van desapareciendo en los modernos, suprimiéndose en cambio, las puertas del cenicero, situado por bajo de la plaza, pues se viene observando que la calcinación es más completa y el descenso de la carga más regular cuando el aire penetra en gran volumen por la parte inferior.



Figs. 183 y 184.

Aunque por lo común es continua la marcha en los hornos de calcinación, se ha ensayado, por economía, dejarlos parados ocho ó diez horas durante la noche con un guarda tan sólo para sacar algo de la carga ó manipularla desde afuera en



el caso de que suba el fuego ó se forme un lobo. El resultado, aunque dicen ha sido satisfactorio, es discutible, pues si bien se ahorran jornales, la producción es naturalmente menor.

Cárganse por lo general de 3 á 5 toneladas de carbonatos cada vez, mediante vagonetas que vierten su contenido en el tragante; entre dos tongadas se interpone carbón menudo de cualquier clase, barato sobre todo, quemándose también con él, cestos, carretillas, traviesas viejas y todo el desecho combustible de la explotación. La cantidad es comunmente de 0,5 á 1 por 100 de carbón, pues como vale poco no se atiende á que hubiera podido gastarse menos.

Un horno de 8 á 12 m. de altura y unos 4 de diametro interior, que es el tipo más generalizado, produce, según los casos, de 50 á 100 toneladas diarias de mineral calcinado, saliendo cada una á 1 ó 1,50 pesetas.

Un horno ordinario de calcinación cuesta de 15 á 25.000, según la menor ó mayor bondad de los materiales y el lujo desarrollado en su construcción.

Los hornos destinados á la calcinación de mineral menudo no han salido hasta ahora del periodo de ensayo. Se tuesta éste en los hornos descritos, mezclándolo con el grueso, en una proporción de 20 por 100.

## SEPARACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Conocida la separación de la chirta, que es mineral muy puro, por medio del lavado, y la calcinación de los carbonatos, vamos á ocuparnos de otro medio que, aunque empleado en el Norte de España con distinto objeto, pudiera tener, en día no lejano, provechosa aplicación al caso que nos ocupa.

Próximo al río Besaya y á 3 km. al Suroeste de Torrelavega, se halla el establecimiento minero de *Reocin*, perteneciente á la *Real Compañía Asturiana*.

La calamina, objeto de la explotación, cuando no se halla acompañada de blenda, galena, dolomía y óxidos de hierro, va directamente á un lavadero con aparatos modernos, muy bien montado,

que sentimos no describir por salirse del cuadro de este modesto estudio; cuando está mezclada con dichas sustancias, pasa á un taller especial, que es precisamente del que vamos á ocuparnos.

Existían desde tiempo antiguo montones de tierras calaminíferas tan íntimamente mezcladas á óxidos de hierro, que era imposible beneficiar, tanto por la mala calidad del zinc resultante, cuanto por el gasto de retortas, que era extraordinario. Como las minas seguían produciendo dichas tierras, que acumulándose á las antiguas ocupaban áreas enormes inutilizando solares, tratóse con el mayor empeño de hacerlas desaparecer en provecho para la Compañía, sometiendo la resolución del problema á la conocida casa constructora *Siemens & Halske*, de Berlín, la cual lo presentó resuelto en 1882, remitiendo un aparato sumamente práctico, que vimos funcionar en la Exposición nacional de minería y metalurgia, celebrada en Madrid al año siguiente.

El Separador magnético-eléctrico de Siemens es un aparato conocido (1), que no necesitamos describir.

La separación se efectúa del modo siguiente: calcinado el mineral según su tamaño en hornos de cuba ó de reverbero, mezclado con una cierta cantidad de carbón en polvo, los óxidos de hierro pasan al magnético, que como atraible, se adhiere á los electroimanes del cilindro, en tanto que la mena de zinc resultante, sigue su camino.

Cuando el tamaño de los trozos es menor de 12 mm. se calcinan en reverberos, cargando cuatro toneladas de mineral y el 3 por 100 de su volumen, de carbón finamente pulverizado. La operación dura cuatro á seis horas, calcinando cada horno unas 20 toneladas al día, con un gasto próximamente del 10 por 100 de cisco de hulla.

Una vez terminada y hecho atraible el mineral de hierro, cae el producto del deshornado á una tolva próxima, que cargándole en los cangilones de una noria, lo eleva unos 5 m. para después hacerlo caer, repartido en dos canalizos, sobre un separador doble de Kessler, cuyos prismas de acero reciben la acción de dos dinamos de Siemens. El óxido magnético se adhiere á los prismas hasta llegar á un rastro metálico, que lo destaca, arrojándole á un depósito;

(1) Clemencia: *Electro-metalurgia del zinc* (Revista minera) tomo XXXV, 1883. Moncada: *Elementos de preparación mecánica de las menas*, 1888, pág. 108.

la calamina calcinada que no ha sufrido desviación se reúne en otro separado.

Á fin de aprovechar todo el zinc posible, se hace pasar el óxido magnético, primero, por un tromel de bolas, donde al golpearse pierde la adherencia, yendo después al aparato de Siemens, donde acaba de separarse la calamina.

Como puede observarse, la máquina de Kessler no es más que un separador, concluyendo la de Siemens, que da dos toneladas por hora de mineral casi puro.

Para facilitar el trabajo, se debe calibrar previamente entre 3 y 10 mm.

Tanto las dinamos como los aparatos de Kessler y de Siemens, están movidos por una máquina horizontal de ocho caballos, caldera tubular que trabaja á tres atmósferas y gasta 500 kg. de hulla asturiana en diez horas.

En las minas de *Mercadal*, separadas de las de *Reocín* por un banco de las calizas que limitan ambos criaderos, y pertenecientes á la misma Compañía, se verifica la preparación electromagnética de igual modo. La transformación de los óxidos de hierro en óxido magnético se opera en dos hornos de cuba ó en dos reverberos también, según el volumen del mineral, calcinándose en éstos, cinco toneladas al día mediante consumo de 750 kg. de hulla. La materia tratada pasa á un magnetoseparador de Siemens.

Con objeto de aumentar la producción en aquellas minas, funcionaba un aparato, que no sabemos si ahora estará en marcha, pero que por su sencillez creemos conveniente dar á conocer.

Calcinado el mineral cae á una tolva, en cuya boca de salida un distribuidor cilíndrico lo esparce en lámina delgada, haciéndolo descender en forma de lluvia. Un poco por bajo, á uno de los costados y paralelamente á las generatrices del cilindro, hay una serie de electroimanes situados en un mismo plano horizontal; la materia, al pasar, sumamente dividida y en capa uniforme, cerca de los imanes, sufre su acción; el óxido magnético se desvía al caer de la dirección vertical que sin su influjo hubiera seguido, y resbalando sobre la cara de un tabique separador más próximo á los imanes, se acumula en un depósito, en tanto que el mineral de zinc y demás substancias no atraíbles, caen libremente al otro lado del plano, verificándose de este modo una separación bastante acabada.

La corriente eléctrica necesaria para el funcionamiento de estos aparatos, la suministra una dinamo de Siemens, movida lo mismo que los demás de la electropreparación mecánica, por una máquina de vapor horizontal de un cilindro y seis caballos dinámicos, caldera tubular que trabaja á la presión de cinco atmósferas y consume 150 kg. de carbón en diez horas de marcha.

Estos y otros electroseparadores que no funcionan en España y sí están instalados es con distinto objeto, así como los descritos en obras y publicaciones especiales, son muy dignos de tomarse en cuenta en la preparación y apartado de las menas de hierro, hoy que la electricidad ha venido á ser tan poderoso auxiliar de la industria, como lo es de todas las manifestaciones de la actividad humana.

## MATERIALES REFRACTARIOS

De los materiales refractarios *naturales*, areniscas, arcillas, arenas, pudingas, etc., empleados en el Norte de España, hablaremos oportunamente, á fin de abreviar, al ponerlos en obra.

Los materiales refractarios *artificiales*, se han importado exclusivamente del extranjero, principalmente de Inglaterra, Alemania y Bélgica, hasta hace poco.

La considerable subida de los cambios encareciéndolos notablemente en estos últimos años y aumentando el consumo cada vez más, tanto por el mayor número de hornos que hoy existen y los muchos que se elevan de nuevo, como por la adopción, cada día creciente, de aparatos auxiliares en que se provocan y acumulan elevadas temperaturas, ha dado origen á fábricas especiales y á que los mismos establecimientos siderúrgicos comiencen á producir los productos refractarios que necesitan.

La fábrica de *Altos Hornos* de Bilbao, cuenta entre sus instalaciones una especial, levantada recientemente con este objeto. Ocupa parte de los nuevos terrenos adquiridos y tiene área suficiente para mayor desarrollo, si fuere preciso.

Elabora productos silíceos y aluminosos; para éstos, hasta pro-

bar otras españolas igualmente á propósito, se vale de arcillas de Newcastle, cuya composición es la siguiente:

Silice.....	65,58
Alúmina.....	32,00
Cal.....	0,93
Magnesia.....	Indicios.
Óxido de hierro.....	1,40

Los silíceos, mezclando tierra de Briviesca, que tiene 85 por 100 de sílice.

Para fabricar productos aluminosos, se tritura la arcilla en volanderas de dos muelas fijas de arrabio, cada una de 2 toneladas de peso, que giran alrededor de un eje por el movimiento del dornajo. Este tiene dos rastros, que conducen la materia bajo las llantas de las ruedas y un peine que al dividir la materia, ayuda y completa la molienda. La volandera puede dar 18 toneladas de polvo en 10 horas de trabajo.

Una vez molida la arcilla, se la hace pasar por un cribo ó *raetter*, cuyo fondo está formado por una chapa de acero con perforaciones de 3 mm. y dotada además de un rápido movimiento de trepidación, ocasionado por unas camas que le hacen sufrir 200 vibraciones por minuto. La superficie clasificadora, ó sea la chapa, puede sustituirse fácilmente por otras de distintas luces, con objeto de aumentar ó disminuir el tamaño de la materia, cuando esto convenga.

La parte más gruesa, que suele ser un 5 por 100 del polvo producido, se remuele, y la más fina se mezcla con el agua en el mismo molino, el cual sigue trabajando el barro, en cuyo caso, en vez de 18 produce solamente 10 toneladas en diez horas, pasando en seguida á un mezclador horizontal y de él, á un amasador vertical, de donde sale en forma prismática con la flexibilidad necesaria.

En este estado, se moldean á mano las grandes piezas y productos especiales, y los ladrillos en una prensa vertical, construida en la misma fábrica bajo los planos de Mr. Levy, constructor del horno núm. 3, de que luego hablaremos.

Las piezas ajustadas, hasta nuestra visita, á 47 modelos distintos que naturalmente aumentarán á medida que la necesidad lo exija, así como los adobes, se desecan en compartimientos adecuados,

Verifícase la coadura en horno de cúpula de 5 m. de diámetro con 8 hogares, dentro del cual pueden cocerse 54 toneladas.

La fábrica suministra todo el material refractario corriente, por decirlo así, que consume el establecimiento y es susceptible de mayor producción.

También el establecimiento siderúrgico de *Mieres* elabora, como hemos dicho, parte de su material refractario y cada día su ilustrado director, trata de desarrollar tan necesaria fabricación, de la que hay ya importantes y modernas instalaciones.

La fábrica de hierros y aceros *La Felguera*, tiene ya completamente instalada la de materiales refractarios que vimos en estado de construcción durante nuestra primera visita.

Elabora ladrillos y piezas especiales, aluminosas ó silíceas, para sus hornos.

Emplea, al elaborar su material aluminoso, la arcilla que en San Estéban de las Cruces explota la Sociedad, haciéndola venir á la fábrica, bien en carros, bien en los vagones de la Compañía del Norte. También se vale de otra que adquiere en Galicia.

El cemento es la misma arcilla de Galicia calcinada previamente en un horno de reverbero, alimentado con combustible sólido, después de disgregada en quebrantadoras de mandíbulas, molida luego en volanderas de 2 muelas de 1,30 de diámetro con llanta de arrabio y cribada, por último, en el mismo dornajo, que es perforado, ó en aparatos especiales, según el tamaño.

La arcilla se muele en cilindros trituradores de acero si se destina á la fabricación de ladrillos, ó en volanderas, pulverizándola más tarde en molinos circulares, si hubiera de aplicarse á la fabricación de piezas especiales.

Mézclase con el agua en una máquina especial llamada *Humedecedora*, que no es otra cosa que un aparato en que se regula el líquido que vierte gradualmente un tambor solidario á un eje, conectado con un engrane sujeto á un movimiento diferencial.

La pasta pasa á los amasadores, de donde sale laminada, recibiendo forma, bien á mano si se trata de piezas especiales, bien en una prensa de moldes abiertos construída por la casa de Krupp de Essen, cortándose generalmente 3 adobes de una vez en el prisma ó salchichón que arroja.

Los materiales silíceos se elaboran empleando una piedra espe-

cial importada de Dieppe, pudinga carbonífera y cuarcita devoniana. Tritúranse hasta el tamaño de cuatro milímetros y á veces más, amánsanse con cal, se laminan en cilindros, moldeándose directamente á mano ó con auxilio de cuatro prensas, de que salen cada vez dos adobes, si se trata de fabricar ladrillos.

La cochura se efectúa en una batería de cámaras con paredes y plaza calentadas, provistas de conductos, por los que circulan los gases combustibles. Cada una tiene cuatro ventanillas, con objeto de repartir bien la carga y dos ranuras tapadas durante la marcha, pero susceptibles de abrirse para formar falsa parrilla, cuando hayan de limpiarse.

Originan el gas que se emplea como combustible, dos gasógenos Wilson, cilíndricos, de tres metros de altura, revestidos de chapa de hierro y alimentados de aire por inyectadores Koerting.

Penetra el combustible por los canales de la plaza, de donde sale á las cámaras, merced á ventanillas espaciadas de trecho en trecho. El aire que ha de quemarlo entra por orificios existentes en las paredes, en cuya parte superior y la correspondiente á las bóvedas, hay salida para el vapor de agua producido durante la cochura.

La batería de cámaras descrita, es susceptible de cocer setenta millares de ladrillos.

Una máquina de vapor, horizontal, construida en los talleres de Cifuentes, Stoldt, de Gijón, mueve los diferentes órganos de la fábrica.

Lo dicho demuestra lo que antes apuntamos; es decir, que las principales fábricas siderúrgicas tienen en sí propias los medios de reparar su material corriente, sin necesidad, fuera en casos excepcionales, de recurrir al extranjero, con la molestia y gastos que esto ocasiona hoy.

Mas como no todos los establecimientos se hallan en el caso de plantear, desde luego, tan costoso taller, que hay necesidad de amortizar con las anualidades correspondientes á una pequeña producción y además de la siderurgia, son indispensables materiales refractarios para las demás industrias, se han montado fábricas especiales, de las que pondremos algunos ejemplos.

*Fábrica de Arístegui.*—En el barrio de *Burceña*, jurisdicción de Baracaldo, á seis kilómetros de Bilbao y en la margen izquierda del Cadagua tienen los señores *Arístegui Hermanos y C.<sup>a</sup>* una fábrica

de productos refractarios, de los cuales hemos visto algunos en uso.

Dos trituradoras quebrantan arcillas y cementos de varias procedencias que, molidos después y convertidos en pasta, se batan en una amasadora ordinaria y van al moldeo á mano, ó á las prensas.

La cochura se verifica en cuatro hornos, que en total suman una capacidad de 120 metros cúbicos.

Consta el establecimiento de tres cuerpos de edificio, dos laterales, destinados á secar y cortar el ladrillo, y el tercero á la maquinaria. En conjunto hay una superficie cubierta de 2,100 metros cuadrados.

Situada en la carretera de Bilbao á Santander, próxima al ferrocarril que une ambas capitales, cercana al tranvía eléctrico y al mar, ocupa esta fábrica una excelente situación comercial. Tiene 40 operarios de uno y otro sexo y es capaz de producir unas 4.000 toneladas de materiales en diversas formas, durante el año (1).

Los ladrillos elaborados en esta fábrica, tienen la siguiente composición:

LADRILLO SILÍCEO	
	Por 100.
Alúmina.....	7,57
Sílice.....	91,42
Cal.....	0,17
Hierro.....	0,84
	<hr/>
	100,00
	<hr/>
LADRILLO ALUMINOSO	
	Por 100.
Alúmina.....	34,25
Sílice.....	65,50
Cal.....	0,25
Hierro.....	Indicios.
	<hr/>
	100,00
	<hr/>

*Fábrica de San Felices (Logroño).*—Gran número de fábricas siderúrgicas y establecimientos dedicados á diferentes industrias, en

(1) Estos datos los debemos al inteligente ingeniero de minas D. Enrique G. Borreguero.



que es indispensable valerse de hornos ó aparatos de gran temperatura, se surten de esta fábrica de productos refractarios, dirigida por el inteligente ingeniero de minas D. Emilio Fernández Valdés. Se halla próxima al apartadero de *San Felices*, perteneciente al ferrocarril de Tudela á Bilbao, distante 13 km. de la estación de Miranda de Ebro.

Consta de tres grandes naves, destinadas, una á las máquinas, para preparar las tierras y elaborar los ladrillos, otra á las calderas, taller de ajuste y carpintería, protegiendo la tercera únicamente la máquina motora.

*Materias primeras.*—Á unos 200 m. y á media ladera, lo que facilita el transporte, se hallan los yacimientos silíceos y arcillosos de que la fábrica se vale. Consisten aquéllos en grandes masas de arena cuarzosa con bastante alumina, pero exenta de álcalis y óxidos de hierro, lo cual la hace casi infusible. Entre estos bancos se encuentran masas de arcilla, la que unida en diversas dosis, según las aplicaciones que van á recibir los productos, á la arena y á el agua necesaria, forman la pasta.

*Maquinaria.*—Las máquinas que alberga el primer edificio son las siguientes:

Tres molinos de ruedas verticales fijas y dimensiones diferentes, con dornajos giratorios perforados que sirven de cribas.

Un amasador vertical con helizoide.

Dos horizontales con idem.

Una prensa para la fabricación de ladrillos de *pasta seca* con transporte y distribuidor de la mezcla.

Una reprensas de doble producción que la anterior.

Seis prensas de mano para la fabricación de *pasta húmeda* y

Una máquina vertical destinada al moldeo de caños ó tubos de barro barnizados, para saneamientos y conducción de agua.

La segunda nave protege una caldera para 150 caballos, del tipo Tangys (Galloway), alimentada por un inyector Giffard y un *caballito*; el taller de carpintería y el de ajustes, sólo para pequeñas reparaciones, pues las demás se hacen en Bilbao; y la última, la máquina horizontal de vapor, de 95 caballos efectivos, con regulador automático y un gran volante que sirve de polea de transmisión.

*Secaderos.*—Son dos, uno cuya plaza se halla formada por una red de tubos, en que circula vapor después de aprovechada en parte

su temperatura, y otro simplemente cubierto, por el que accede el aire en todas direcciones.

Además el calor radiante del horno mayor deseca gran cantidad de materiales.

*Hornos.*—Además de uno pequeño circular, de cúpula, con hogares laterales, una sola puerta y su chimenea correspondiente, destinado á la cochura de los tubos de barro barnizados, hay otro continuo, tipo *Hoffmann*, de 14 compartimientos, formado por dos galerías paralelas, acordadas en sus extremos por otras semicirculares. Cada compartimiento es capaz de 30 toneladas, y se descargan, término medio, 5 por semana. Este horno está servido por una chimenea de 1,50 m. cuadrados de sección en la parte superior, y 50 m. de altura.

*Elaboración.*—Dos sistemas distintos siguen en esta fábrica para la preparación de los ad. bes. El primero, llamado de *pasta seca*, consiste en no emplear más agua que la de cantera. Se trituran las materias primeras en el molino grande, agregando arcilla bien seca; las tierras que salvan las perforaciones del dornajo se acumulan en un depósito inferior, del que son elevadas, mediante una noria, hasta caer en un gran tromel que hay arriba. Cribadas en éste, pasan por una tolva á otro molino que hace el oficio de mezclador y de aquí directamente á la primera prensa de que hicimos mérito, donde sólo por la gran presión que origina, se aglomera la pasta de tal manera, que el adobe puede introducirse directamente en el horno sin necesidad de pasar antes por el secadero.

En el otro sistema después de cribadas las tierras en el tromel, pasan á un molino mezclador, donde se les une á la cantidad de agua conveniente, amasándose después de bien batidas dentro del cilindro vertical de helizoide, de que antes hablamos. Luego se trabaja el barro en ambos amasadores horizontales, de donde sale co- rreoso y en forma prismática, á colocarse sobre un transportador sostenido por rodillos locos, hasta que es cortado en trozos de las dimensiones del ladrillo, mediante un bastidor de alambres paralelos, manejado á mano.

Los adobes resultantes pasan al secadero y después de adquirir cierta resistencia, se les da la forma y cohesión definitiva en las prensas á mano de que nos ocupamos al principio. En este estado se almacenan en los secaderos cierto tiempo y después se cuecen.

La pasta que ha de constituir piezas especiales se prepara y bate con mayor esmero; permanece unos días en reposo antes de emplearla, moldeándose á mano últimamente con grandes precauciones en moldes á propósito, contruidos en el taller de carpintería de que hablamos al principio y forrados con planchas de zinc. La temperatura de cocción á que se someten los productos, no baja nunca de 1.800 grados, es decir, superior á la necesaria para fundir el acero, lo cual permite á la fábrica garantir sus productos, pues llegando rara vez la industria á tan alto grado de calor, los materiales no experimentan otras alteraciones que las consiguientes al ser puestos en obra.

El establecimiento que nos ocupa puede producir 12.000 ladrillos diarios en pasta seca y el doble próximamente en pasta blanda, además de las piezas especiales.

Sólo el horno grande tiene una producción de unos 10.000 por día, cuando no se cuecen al mismo tiempo otras piezas.

El agua necesaria proviene de abundantes manantiales, que brotan en los mismos terrenos de la fábrica.

Los medios de carga y de transporte son expeditos, pues hay un muelle á todo lo largo del establecimiento y contiguo á los almacenes, de los que los productos refractarios van cargados en vagones, por una vía férrea de ancho reglamentario y de unos 100 m. de recorrido, hasta unirse á los trenes de la línea de Tudela á Bilbao, en el apartadero de San Felices.

# HIERROS Y ACEROS

---

Disminuyendo de día en día el número de forjas por la escasez cada vez creciente de combustible vegetal y gran coste del producto, abolido en la fábrica *La Purísima Concepción*, de Astepe, el procedimiento de *esponja* desde la muerte del inolvidable industrial D. Juan José Jáuregui, acaecida hace pocos años, puede decirse al presente que no es por el sistema *inmediato* sino por el *mediato* como se obtiene el hierro y acero en el Norte de España.

Cumple, pues, comenzar por la

## FABRICACIÓN DEL HIERRO COLADO Ó ARRABIO (1)

Como para obtenerlo es necesario conocer los aparatos en que se engendra, empezaremos describiendo los

## HORNOS ALTOS

De la veintena de hornos altos que marchan en la región Norte de España, una tercera parte escasa, funcionaba con combustible vegetal.

*Santa Ana de Bolueta*.—Situada en la orilla derecha del Nervión, jurisdicción de Begoña, á unos 2 km. de Bilbao, instalada en 1841,

---

(1) También suele llamarse *fundición*; pero lo que genuinamente expresa esta palabra es la acción, efecto ó sitio de fundir; algunos dicen *hierro fundido*, cuando no es hierro y si lo fuera no se fundiría tan fácilmente, y muchos *hierro colado*, no filtrándose, ni siendo hierro lo que pasa por un lugar ó paraje estrecho, que es la otra acepción, sino una de sus aleaciones. Adoptamos, pues, como más propia y corta la antigua palabra castellana.



encendió el primer horno alto que funcionó en Vizcaya (1849), y desde entonces viene obteniendo arrabio con carbón vegetal.

El único horno que hay en marcha tiene 12 m. de altura, 2,65 de diámetro en el vientre y unos 30 m. de capacidad. El perfil nada ofrece de particular dentro del tipo *alargado* de Grüner; el vientre se halla elevado 3,88 m. respecto a la plaza y el crisol mide 0,60 de profundidad.

Cárganse 54 celemines ó sea un cuarto de metro cúbico de mineral, generalmente de Ollargan, que después de lavado tiene un 50 por 100 de hierro, mezclándose con 10 á 15 de castina y 3 ó 4 volúmenes de carbón vegetal.

El viento, caldeado en un aparato tubular, se inyecta en el horno á 8 ó 10 cm. de azogue, por toberas inglesas de serpentín con refrigerante hidráulico.

Hácense 4 sangrías diarias de unas 2 toneladas de arrabio gris y de afino.

Cada tarea la constituyen doce horas; la del domingo, que es de veinticuatro, se llama *turrillada*.

Los gases se recogen por un aparato de tolva y cono, y después de depurados en un Langlade, se utilizan como combustible.

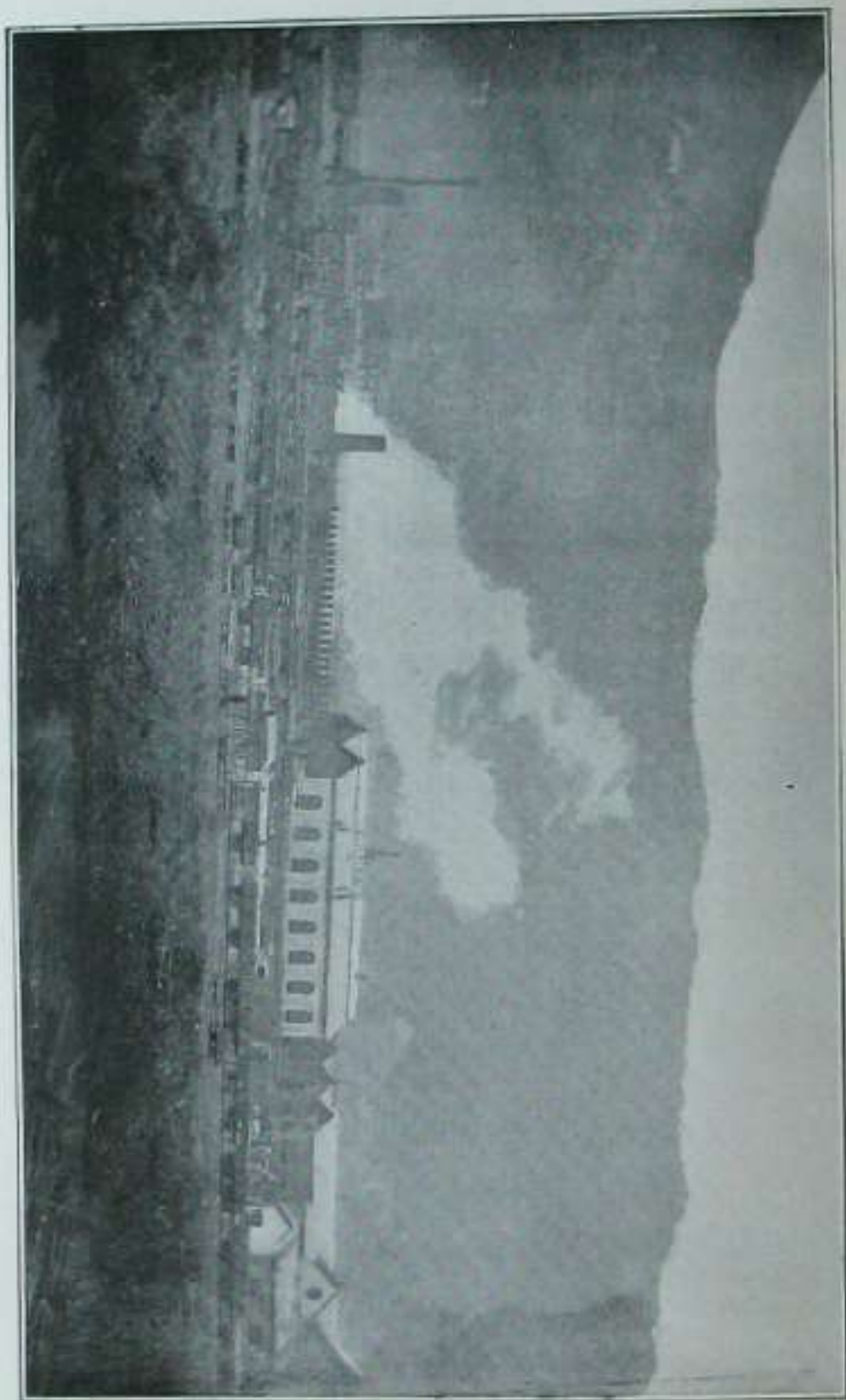
La fábrica de *Santa Ana* ha tenido 3 hornos, aunque más bajos y de menor volumen, que no ha reconstruido con las mismas dimensiones después de su campaña, sino aumentándolos, como es necesario para tener más producción y á menor precio. Los materiales de que se hallaban formados eran ladrillos del país y mampostería, con revestido interior ó camisa de piedra refractaria de Galdácano, la cual, como es sabido, es una arenisca de color blanco amarillento y algo micácea, fácil de labrar en trozos paralelepípedicos, que por su forma reciben en el país el nombre impropio de *ladrillos de Galdácano*.

Cuando visitamos la fábrica se proponía su digno Director, D. Torcuato de Barandica, levantar otro de tanta ó más altura que el actual y en condiciones de mayor producción.

Movían las máquinas soplantes, trenes, martillos frontales, etc., dos ruedas hidráulicas de 15 y 25 caballos respectivamente, que iban á ser reemplazadas por 6 turbinas, 4 para este uso y 2 para mandar á Bilbao luz y fuerza.

El horno de Astepe, así como los dos de Vera (Navarra), son





EUROPA INS

análogos al descrito, con toma de gases por tolva y cono, lavador de Langlade, etc., etc.

El de la fábrica de *San Pedro de Elgoibar* (Guipúzcoa), y los dos de Araya (Álava), son algo más altos (13 m.), más alargados, pues el diámetro en el vientre es igual ó un poco menor (2,60 próximamente), pero en cuanto á instalación y manera de conducirse difieren poco de los anteriores.

Fuera de casos especiales en que se exige lingote, precisamente obtenido con carbón vegetal, que cada día es en menor número, el arrabio corriente en las provincias que hemos recorrido es el originado por intermedio del cok.

En la fábrica de *Mieres* (figs. 127, 131 y 185) que la Sociedad anónima de este nombre posee al otro lado del Caudal, frente á la estación de Abiaña, hay tres hornos altos, de los cuales uno está inservible y el otro parado, aunque en disposición de actuar cuando la necesidad lo exija. El que funciona ofrece el perfil de la fig. 186; no tiene *obra*, propiamente hablando, pues los etalajes se acuerdan desde luego con la cuba y con el crisol.

La camisa está formada de piezas especiales refractarias, que alcanzan todo el espesor del horno, presentando al exterior una sucesión de retallos en que descansan los cinchos de hierro que constituyen el engatillado.

Inyéctase el aire por cuatro toberas hidráulicas, protegidas por una doble cubierta, llamada *elefante*, que enrasa con las paredes del crisol. La escoria sale por otra, denominada *toberín*, conveniente-

mente refrascada, á más de un metro sobre el piso, con objeto de que mediante un canalizo revestido, caigan en unos moldes tronco-cónicos colocados sobre plataformas del ferrocarril que los ha de llevar á la escombrera, ó en una balsa, donde adquieren el estado

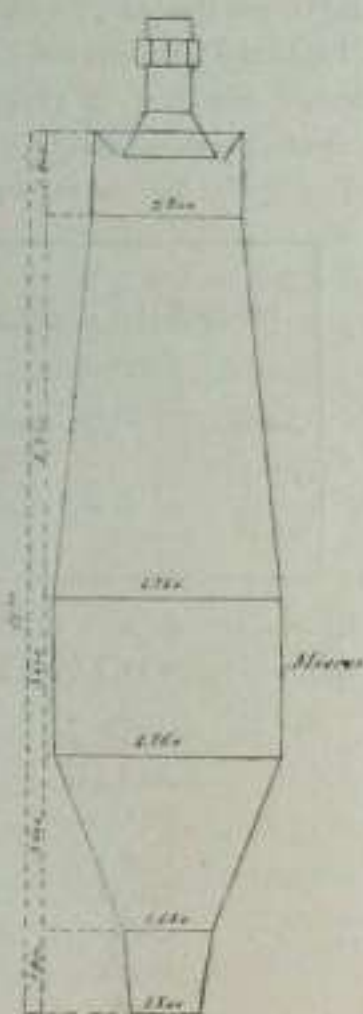


FIG. 186.



de arena, en que se venden como puzolana artificial, ó se emplean en las construcciones de la fábrica.

La carga media se compone, por lo general, de

2.400 kg. de diferentes menas.

1.100 " de castina.

1.600 " de cok.

Los minerales del país, que son los que emplea principalmente la fábrica, son silíceos y difíciles de reducir como dijimos á su tiempo, así que al principio, se los mezclaba con menas de Bilbao en bastante proporción. Al presente, ésta ha disminuído en una mitad, tanto por el creciente precio del *rubio*, cuanto porque el producto no desmerecía.

Los 2.400 kg. de mineral se descomponen de este modo:

PROCEDENCIA	CLASE	$Fe_2O_3$	$SiO_2$	$Al_2O_3$	PROPORCIÓN
		Por 100	Por 100	Por 100	Por 100
Quirós.....	Hematites roja..	57	28	10	40
Oviedo.....	" parda.	63	28	7	40
Bilbao (rubio)...	" "	70	12	2	20

El análisis de una muestra escogida del mineral de Quirós es el siguiente, según D. Luis Correa, Jefe del laboratorio de *La Felguera*:

$SiO_2$ .....	12,70 %		
$Al_2O_3$ .....	3,10 "		
$FeO$ .....	3,72 " = Fe	2,89 %	
$Fe_2O_3$ .....	73,57 " = "	51,56 "	
$Mn_2O_3$ .....	0,92 " = Mn	0,64 "	
$CaO$ .....	1,10 "		
$MgO$ .....	0,10 "		
$PhO_3$ .....	0,74 " = Ph	0,32 "	
$SO_3$ .....	0,86 " = S.	0,34 "	
$H_2O$ .....	3,10 "		
	<u>99,71 "</u>		

Las menas asturianas, se calcinan previamente con el doble objeto de hacerlas perder la humedad y de facilitar su reducción, aho-

rando combustible y disminuyendo la merma. La operación se verifica en tres hornos cónicos, dos revestidos de ladrillo y uno de chapa.

En otro tiempo, que la carga se componía de mayor número de menas, se hacía la mezcla para formar las parvas en un taller especial, pero hoy se verifica en la tolva del tragante. Para ello se elevan por el montacargas, que es de balanza hidráulica, vagones de chapa con una cabida de 500 kg., llenos solamente hasta 450 de mineral, vaciándoles poco á poco y revolviendo para favorecer la mezcla, formada en la siguiente proporción:

2	vagones con mena	de Quirós.
2	"	" de Oviedo.
1	"	" de Rubio.

Con los minerales suelen mezclarse por lo menos, 1 ó 2 vagones de castina, para formar la parva, á la que se agrega el combustible elevado del mismo modo, que viene directamente de los hornos de cok. Por lo común, se hacen tres cargas seguidas, descansando los obreros mientras bajan, lo cual advierten éstos introduciendo por el tragante una barra de hierro ó sonda.

Las cargas se repiten 10 veces cada seis horas, reuniendo los componentes del mismo modo. El horno en marcha normal, produce diariamente 30 á 40 toneladas de arrabio *atruchado* ó gris claro, y doble ó poco menos de escoria; ordinariamente 70 toneladas en veinticuatro horas.

El horno de Mieres, cuyo hueco es de 189 metros cúbicos, ofrece un rendimiento útil de un 44 por 100.

La piquera, protegida por una caja de arrabio, en cuyo interior circula una corriente de agua, se tapa como de ordinario con un tapón de arcilla que se tiene la precaución de humedecer constantemente con un surtidor, para que no pueda contraerse y dar paso al baño.

Verificanse cuatro sangrías diarias, una cada seis horas, marchando el arrabio, como siempre, por una canal revestida á la era de colada, donde hay enterrados moldes de arrabio que le dan la forma de lingote. Refresca al crisol una corriente de agua que envuelve su superficie y á los etalajes, dos tubos circulares que la proyectan y cajas de agua alojadas en el macizo.

Los gases desprendidos del horno se recogen por un aparato del tipo Hoff, central, cierre hidráulico, etc., bifurcándose y pasando después á los portagases.

El aire se calienta en tubos verticales de arrabio, de sección elíptica, divididos cada uno en dos conductos por un tabique, dispuestos en dos filas, una de 20 y otra de 17, y alojados en una cámara de ladrillo refractario donde arden los gases, cuya combustión se inicia por un hogar. La temperatura que en ellos adquiere el aire, oscila en tre 300 y 400 grados.

Suministra el viento una máquina soplante, tipo Seraing, que inyecta unos 240 metros cúbicos por minuto, con un esfuerzo de 80 caballos dinámicos.

Cuenta la fábrica, además, con otra máquina de balancín, que, aunque muy antigua, merced á modificaciones recientemente introducidas, puede marchar en el caso de que se encienda el otro horno.

El personal afecto al que está en marcha, es el siguiente:

Seis operarios para la manipulación de las cargas.

Tres ídem en la plataforma del tragante para cargar (*cargadores*).

Dos fundidores, 1.º y 2.º, que ganan 3,50 y 2,75 pesetas, respectivamente.

Dos escorieros, con 2,50 pesetas cada uno.

Dos lingoteros, con 1,75 ídem id.

Un maestro y un encargado.

En un ensanche del Valle de Langreo, entre los ríos Nalón y Candín, á 24 km. de Oviedo, 37 de Gijón, y sobre una área de cerca de 200.000 m<sup>2</sup>, se instaló en 1857, por iniciativa del inolvidable D. Pedro Duro, cuya estatua figura en el centro del establecimiento (fig. 187), una fábrica de hierros y aceros en el paraje llamado *La Felguera*, que hoy da origen á renombrados productos.

Dispone esta conocida fábrica de tres hornos altos, de los cuales funcionan dos; el *número 1*, que cuando la visitamos llevaba dos años en marcha y el *núm. 3*, encendido hacía cinco. El *núm. 2*, á la sazón parado, lo construyó Detombay; el *núm. 3* es de corte antiguo y macizo piramidal, en tanto que el *núm. 1* es de tipo moderno y de bellas proporciones.

El perfil adoptado es el que representa la fig. 188, cuyas acotaciones nos dispensan de entrár en pormenores acerca de las mag-

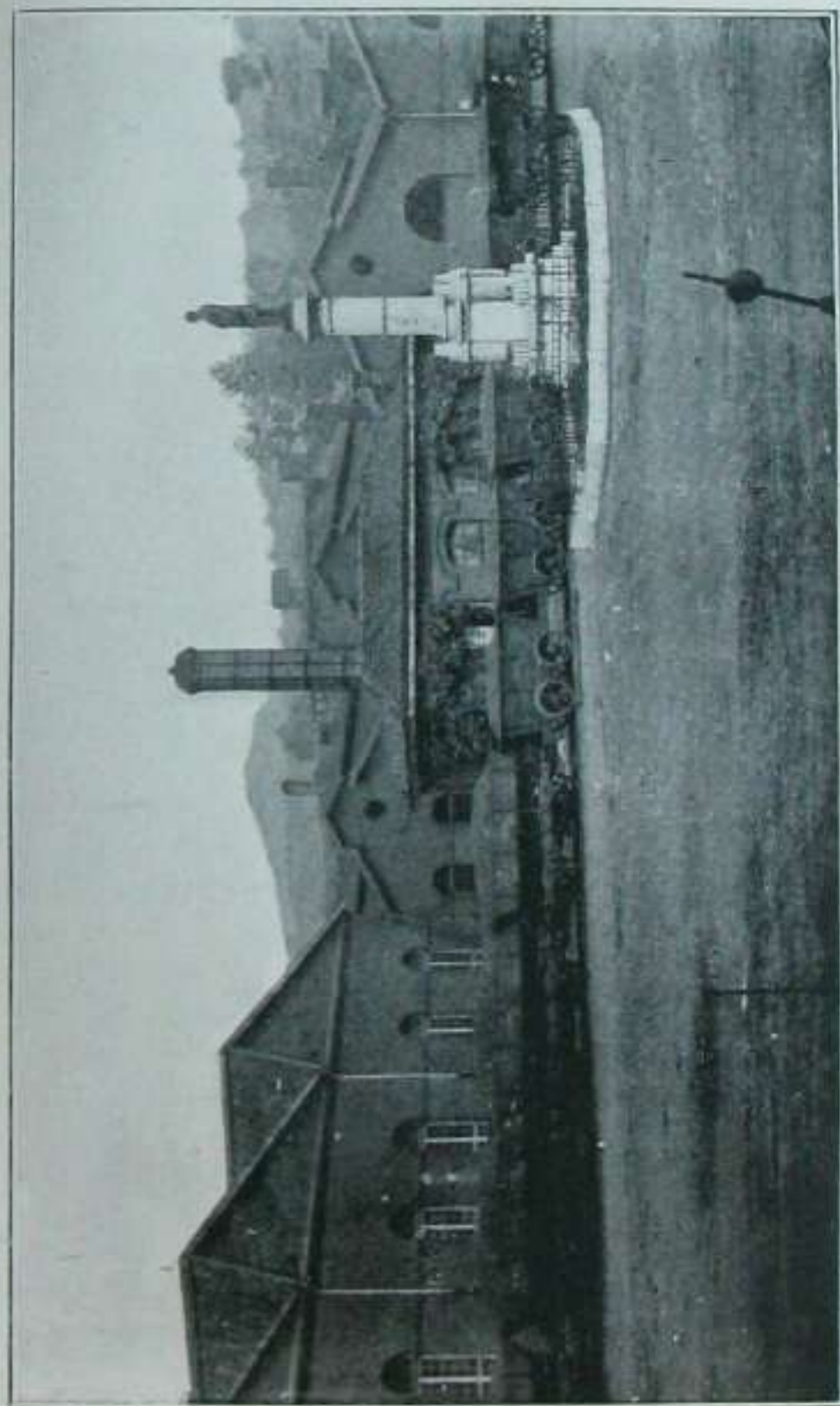


FIGURA 187



nitudes relativas de sus diversas partes. Cinco toberas de corriente interior de agua, dan paso al aire necesario que, á unos 400 grados, viene de 11 estufas tubulares inglesas, inyectado por tres máquinas soplantes, tipo *Cokerill*. Entre la primera y segunda tobera está la de salida de escorias, protegida por la guarnición hidráulica correspondiente.

Las menas, que, como hemos podido observar en el cuadro que aparece en la pág. 183, son de varias procedencias, entran en la fábrica por el ferrocarril del Norte, por el de Langreo, por una vía estrecha de 0,65, de que hemos hablado, ó en carros.

Una parva se compone próximamente de

Mena de Llumeres.....	20 por 100
"    de Porcia.....	18
Escoria de refino y pudelado.....	22
Bolsadas de Trubia.....	35
Resinuos procedentes de la fábrica de ácido sulfúrico y explosivos <i>La Manjoya</i> .....	5

La castina procede de Veguín y se emplea para 2.000 de menas, 850.

La hulla, al llegar de igual manera, desde las minas de la Sociedad, se reparte entre la que ha de calentar directamente hornos y calderas y la que ha de ser transformada en cok.

La castina, también del país, va desde luego á la era de machaqueo.

Viértense los vagones que la contienen, así como los que conducen las menas, desde lo alto de una estacada ó muelle de hierro, situado á 3 m. de altura sobre dicha era, en la que se constituyen las parvas, que suben por un solo ascensor hasta la plataforma de los hornos, donde, en mezcla con el cok comprado ó producido en el establecimiento, entra en el horno para originar el arrabio. Cada carga se compone, poco más ó menos, de

Menas, 2.000 kg.

Cok, 1.600 idem.

Castina, 620 idem.

La sangría se practica de la manera ordinaria, moldeándose el producto en lingoteras de arrabio; las escorias caen en una especie

de hoyos, en los que se ha introducido previamente una barra de hierro doblada en forma de U invertida; la escoria que llena la fosa, al enfriarse, se adhiere á la barra, que enganchada á la cadena de una grúa movida á brazo, arrastra en su ascenso á la torta

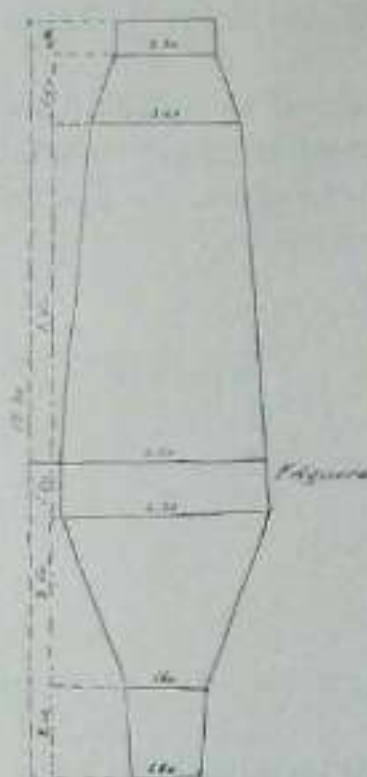


Fig. 188.

de escoria. Dichas tortas se apilan, y después de frías se parten, extrayendo los ganchos, que vuelven á servir y conduciendo los pedazos al vertedero. Rara vez se llevan á depósitos de agua para producir puzolanas, pues no suelen tener aplicación fuera del establecimiento, lo cual es de sentir, porque cada colada, que es de 11 toneladas próximamente, produce unas 20 de escoria y convendría de esta manera darla precio para desembarazarse de ella.

Los gases de los hornos altos se aprovechan en calentar el aire y en producir vapor mediante dos grandes calderas tubulares y cuatro de hervidores, destinadas á las máquinas soplantes y demás necesidades de la fábrica.

Ambos hornos originan una producción total de unas 25.000 toneladas de

lingote. El servicio de cada horno se compone de

- Un maestro, con 5 pesetas.
- Cuatro *garzones*, á 3 ídem.
- Seis cargadores, á 2,50 ídem.
- Un pinche, á 1,25 ídem.

Todos los demás servicios están contratados.

Debemos hacer constar nuestra gratitud hacia los Sres. D. Matías Duro y D. Antonio Velázquez, copropietarios de la fábrica y Administradores de la Sociedad, así como á todos los ingenieros y empleados del establecimiento, por su cariñosa acogida y el número de datos que en esta y en otras materias que con él se relacionan, nos suministraron.

La *Fábrica de la Vega*, perteneciente también á la Sociedad *Duro y Compañía*, separada de la de *La Felguera* por el ferrocarril

de Langreo, conserva como recuerdo un horno alto de sillería con montacargas de plano inclinado, construido por el respetable General Elorza hace más de treinta años.

Al comparar este verdadero monumento industrial, tan bien construido, pero de formas tan macizas, difícil y costoso de cimentar, de reducido volumen interior y tan escaso de condiciones de producción, respecto á los actuales hornos altos, se evidencia lo que ha adelantado la siderurgia en un período de tiempo relativamente corto.

La *Fábrica de Moreda y Gijón*, situada entre los ferrocarriles del Norte y de Laviana á Gijón, perteneciente á una Sociedad anónima francesa, domiciliada en París, tiene un horno alto de 20 m. de elevación, 5,10 de diámetro en el vientre, 2,40 en la región de las toberas, 3 en el tragante y 230 m<sup>3</sup>. de capacidad.

Una máquina soplante vertical, cuyo cilindro tiene 2 m. de altura, suministra hasta 200 m<sup>3</sup>. de aire por minuto, con una presión media de 22 cm. de azogue, á cuatro toberas hidráulicas inglesas de serpentín. Las calderas que proveen de vapor á la máquina motora á presión de cuatro ó cinco atmósferas, se calientan con los gases procedentes del horno.

Estos se recogen por un aparato de tolva y cono, salen por un tubo de palastro de bastante diámetro y después de lavados pasan á las calderas ó á las estufas. Las allí instaladas son cuatro: tres francesas, de Terrenoir, que han costado unas 6.000 pesetas cada una, puestas en fábrica con todos sus accesorios, y otra construida completamente en el establecimiento. Todas son del tipo Cowper, cilíndricas, de 18 m. de altura y 5 de diámetro. Las inversiones se efectúan cada dos horas y se limpia la esponja de ladrillo, cada dos meses, por herizos de alambre como de ordinario.

Fórmanse las cargas con 2.000 á 2.100 kg. de menas y 1.200 de cok; las primeras son bilbainas, mezcladas con asturianas, principalmente de Veriña, el segundo del país procedente de la Unión hullera y metalúrgica de Asturias, de la Sociedad Fábrica de Mieres, ó de las Hulleras del Turón. Practícanse seis coladas en veinticuatro horas, lo que equivale á una producción total de 55 á 60 toneladas y á un rendimiento para el mineral de 48 á 49 por 100.

El arrabio núm. 1 de esta fábrica, se asemeja al escocés por el tamaño del grano, abundancia en grafito y fractura brillante, al par



que cristalina; es muy apreciado entre los fundidores, pues les permite, mezclándole con otros de diferentes procedencias, obtener piezas esmeradas y de condiciones especiales que antes no se lograban más que valiéndose de lingote procedente del extranjero.

Á dos km. de la desembocadura del Nervión, 10 de Bilbao, con estación del ferrocarril de esta capital á Portugalete, que es prolongación de la línea del Norte y sobre parte de las 50 hectáreas de terreno que posee la Sociedad anónima de metalurgia y construcciones titulada *Viscaya*, constituida en Bilbao el 22 de Septiembre de 1882 con un capital de 12.500.000 pesetas, se halla instalada la fábrica de su nombre.

Á la facilidad de comunicaciones por tierra, se agrega la de disponer de un extenso muelle sobre el río, de 1.600 m. de corrida, en que hay instaladas dos potentes grúas para descargar la hulla y otras seis, sistema Derrick, de tres á cinco toneladas de potencia, destinadas á la carga y descarga de productos y materiales.

En dicha fábrica funcionan tres hornos altos desde Junio y Diciembre de 1885 y Julio de 1890, respectivamente, cuyos perfiles aparecen en las figs. 189 y 190. El horno núm. 1, ha sido transformado en dos ocasiones, habiéndose encendido por segunda y tercera vez en los meses de Julio de 1887 y Junio de 1896, con las secciones que representan las figs. 191 y 192.

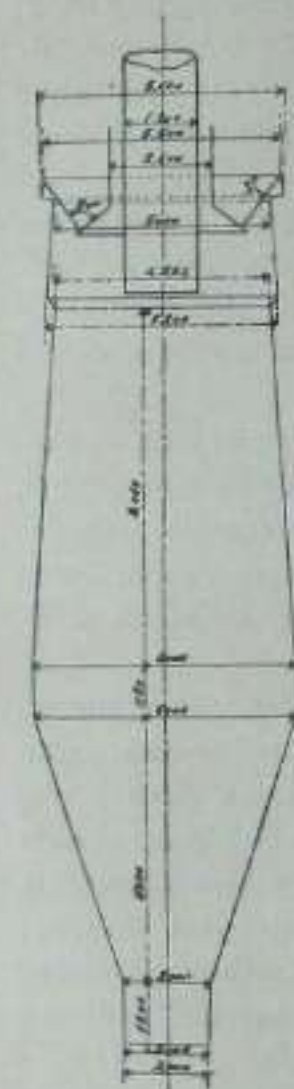


FIG. 189.

Los hornos, construídos por el inteligente ingeniero D. José Beck, director de este importante servicio desde 1887 (1), son dignos de especial mención. En vez de un solo nivel de toberas, como es corriente, tienen varios situados á diversas alturas, en número variable y

(1) Ahora, según nuestras noticias, se halla encargado de construir los hornos altos que se proyectan en la provincia de Santander.

de dimensiones diferentes. El horno núm. 3, por ejemplo, tiene cuatro: en el inferior, situado en la parte alta del crisol, hay ocho toberas; en el siguiente, cuatro; otro encima de cuatro también, y el más elevado de ocho. Los ejes de los agujeros de tobera no se corresponden en la misma vertical en dos niveles inmediatos. El horno alto

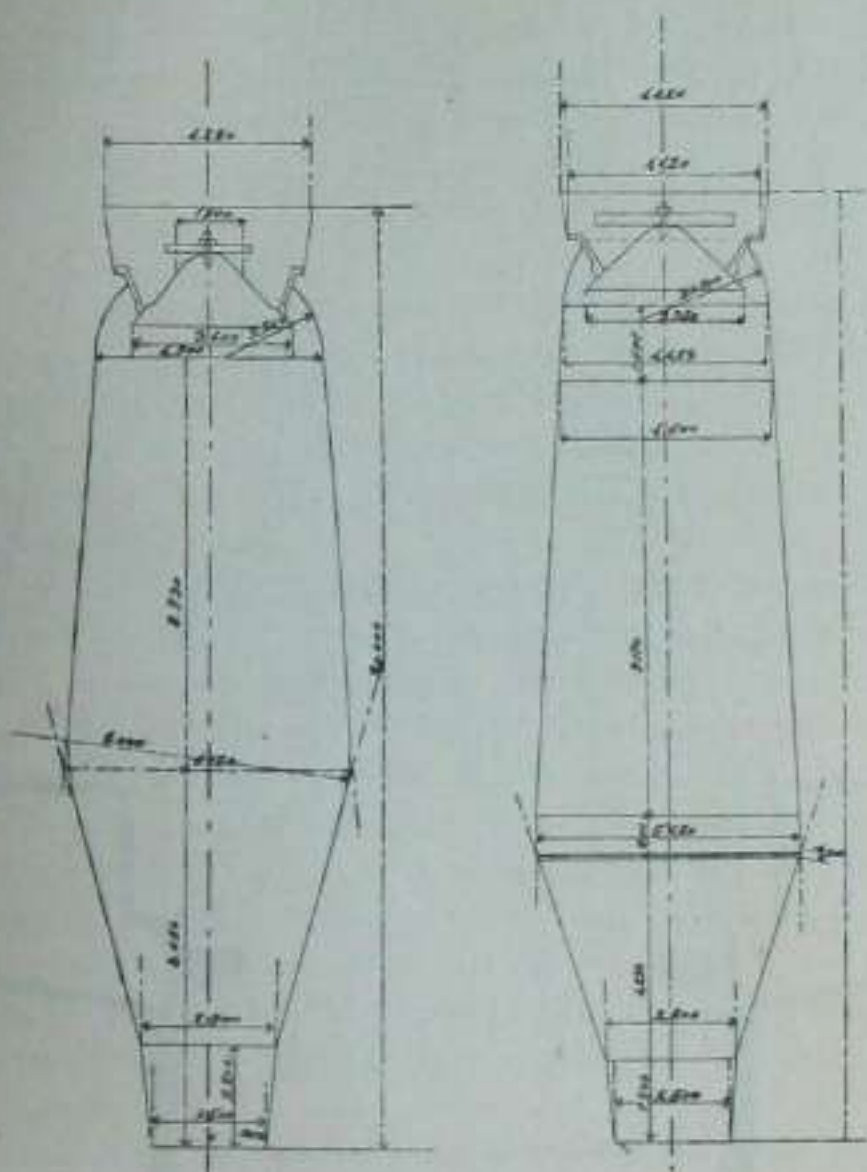


FIG. 190.

FIG. 191.

núm. 1, que es el más recientemente construido, como hemos dicho, tiene tres niveles: el inferior de ocho, uno intermedio de cuatro y el superior de ocho.

Las situadas en la zona ordinaria de toberas funcionan siempre, en tanto que las otras, llamadas *falsas toberas*, cuyas ventanillas son a veces de mayores dimensiones, sólo en caso de accidente, per-

## HORNO ALTO de la VIZCAYA

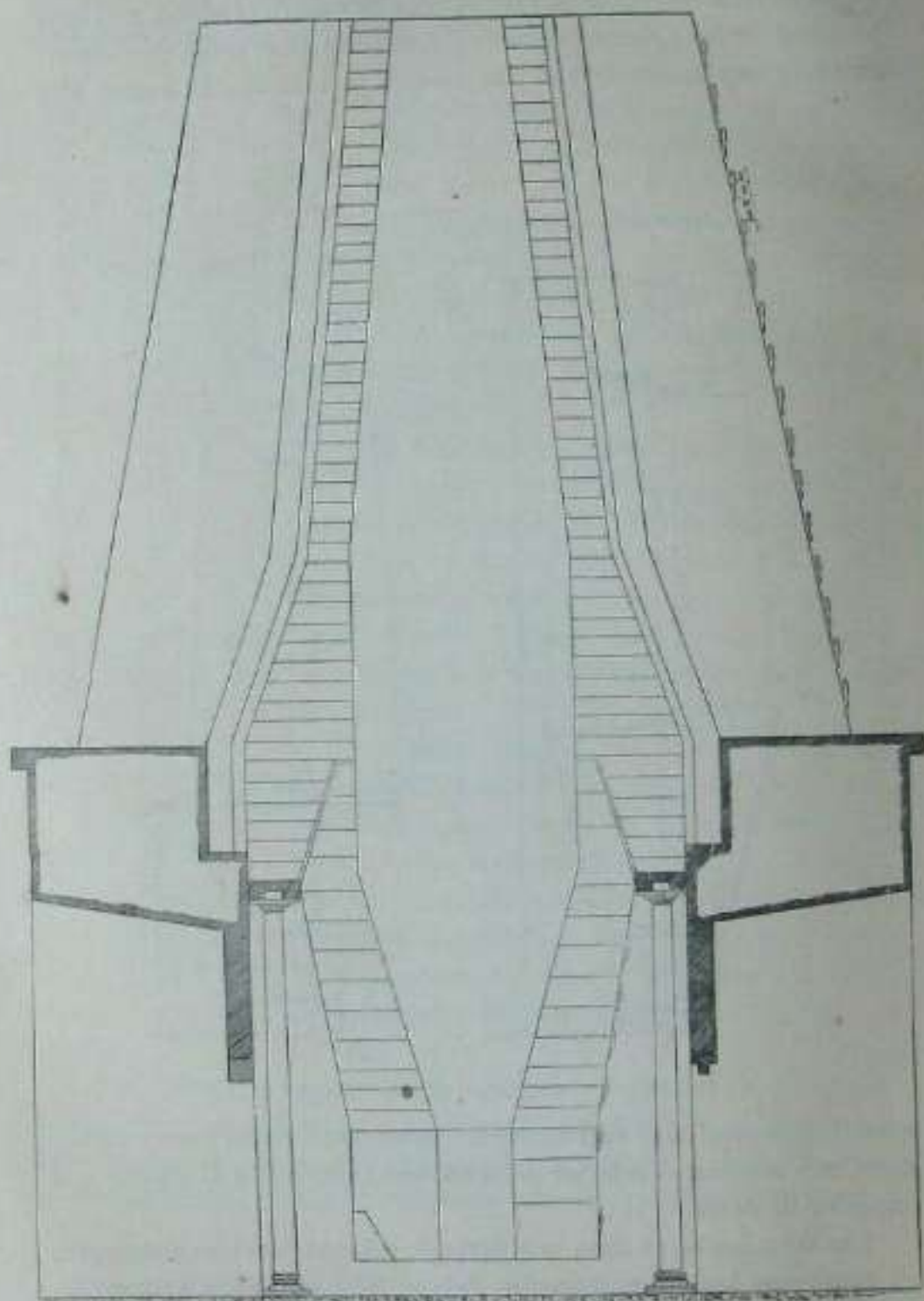


FIGURA 192

maneciendo cerradas durante la marcha normal con un tapón de arcilla. Unas y otras están igualmente dispuestas y rodeadas de un marco de arrabio, refrescado interiormente con agua (*templillo*), lo cual contribuye á la conservación del perfil.

Las toberas inferiores adquieren directamente el aire del toro circular que rodea al horno, por un portaviento de dos piezas, unido por tornillos á otro acodado, á que llaman *pipa*, del cual parte la busa. Las mirillas no son de mica, que se ensucia y estorba la visión, sino de hierro con charnela, manteniéndose cerradas por la presión interior; cuando hay que observar la marcha del horno se levantan con una varilla y permiten que se introduzca ésta en el caso de que se obture el ojo de la busa.

La cuba del núm. 3 está soportada por piezas especiales de arrabio y el resto por el macizo del crisol, provisto de arcos de descarga para darle mayor resistencia. El núm. 1 tiene dos madrastras: una que sostiene el revestido exterior y otra situada un poco más abajo para el interior. El acceso y por consiguiente, la maniobra del horno es así sumamente fácil.

El crisol se halla refrescado por caídas de agua elevada de la ría, proyectada por tubos especiales. El canal circular que la recoge y da salida, así como la base superior del cimiento sobre el cual descansan los hornos, está constituido por una pasta de gran resistencia, impermeabilidad y duración. Se conoce en el país con el nombre de su autor, antiguo maestro de hornos, llamado *Alisardi*, y está formada de polvo de cok, ó mejor grafito con alquitrán hervido, mezclado el todo y batido en un molino. La mezcla se emplea en frío y después se echa sobre ella escoria fundida. La piqueta, para darla impermeabilidad y resistencia al fuego, se rodea de esta pasta, mezclándola además en partes iguales, con arcilla refractaria de Crupes.

La situación y aspecto exterior de los hornos puede apreciarse en la fig. 193; un montacargas de vapor sirve al núm. 3 y otro á los demás, ambos movidos por máquinas de 40 caballos. Calientan el aire de los números 1 y 2, doce estufas de Whitwell (tipo antiguo) de 12 m. de alto y 6,70 de diámetro, y el del núm. 3 tres aparatos del tipo moderno Cowper-Lürmann, de 20 m. de elevación por 6 de diámetro.

Suministran el viento necesario, tres máquinas soplantes siste-

ma Seraing, con otra de Woolf para condensación, de 300 caballos cada una, que producen en junto 1.200 m.<sup>3</sup> por minuto, á una presión de 25 cm. de azogue, y una moderna de Bayenthol, sistema Compound, de 600 caballos de fuerza, dos cilindros, cada uno de 2,23 m. de diámetro, 1,50 de corrida, que originan 900 m.<sup>3</sup> de viento por minuto.

De las observaciones comparativas verificadas en la fábrica por el distinguido ingeniero de minas D. Manuel Beltrán de Heredia, á quien debemos gran parte de estos datos, la máquina de Bayenthol es más ventajosa que la de Seraing, cuando la presión del vapor excede de cuatro atmósferas; pues en estas condiciones la primera puede dar doble cantidad de viento que la segunda, á 40 cm. Hg. de presión y á precio próximamente igual.

Seis bombas elevadoras surten de agua á la fábrica: cuatro para la salada, que se utiliza como refrigerante y dos para la dulce que alimenta las calderas.

Las menas empleadas son:

Rubio de *Galdames* y de *Berango*.

Vena de las minas *Escarpada* y *Tardía*, que la Sociedad propietaria posee.

Rubio de *Rebeñaga*, arrendada por la Sociedad y

Vena con algo de campanil, procedente de la mina *Elvira*, que aquella adquiere, así como algunos otros minerales.

Además suele emplearse siderosa sin calcinar en la proporción de un cuarto de la carga.

Adiciónanse también *menas artificiales*, ó sean residuos de pirita calcinada de Huelva, ó de la fábrica de ácido sulfúrico y dinamita de Galdácano.

Empiéase un sexto de la carga; pero, en opinión del Sr. Heredia, pudiera añadirse más.

Dichos residuos se componen de 65 por 100 de hierro, 3 á 4 de materia insoluble y 0,65 á 1 por 100 de azufre. Este desaparece aumentando la cantidad de castina en el horno alto.

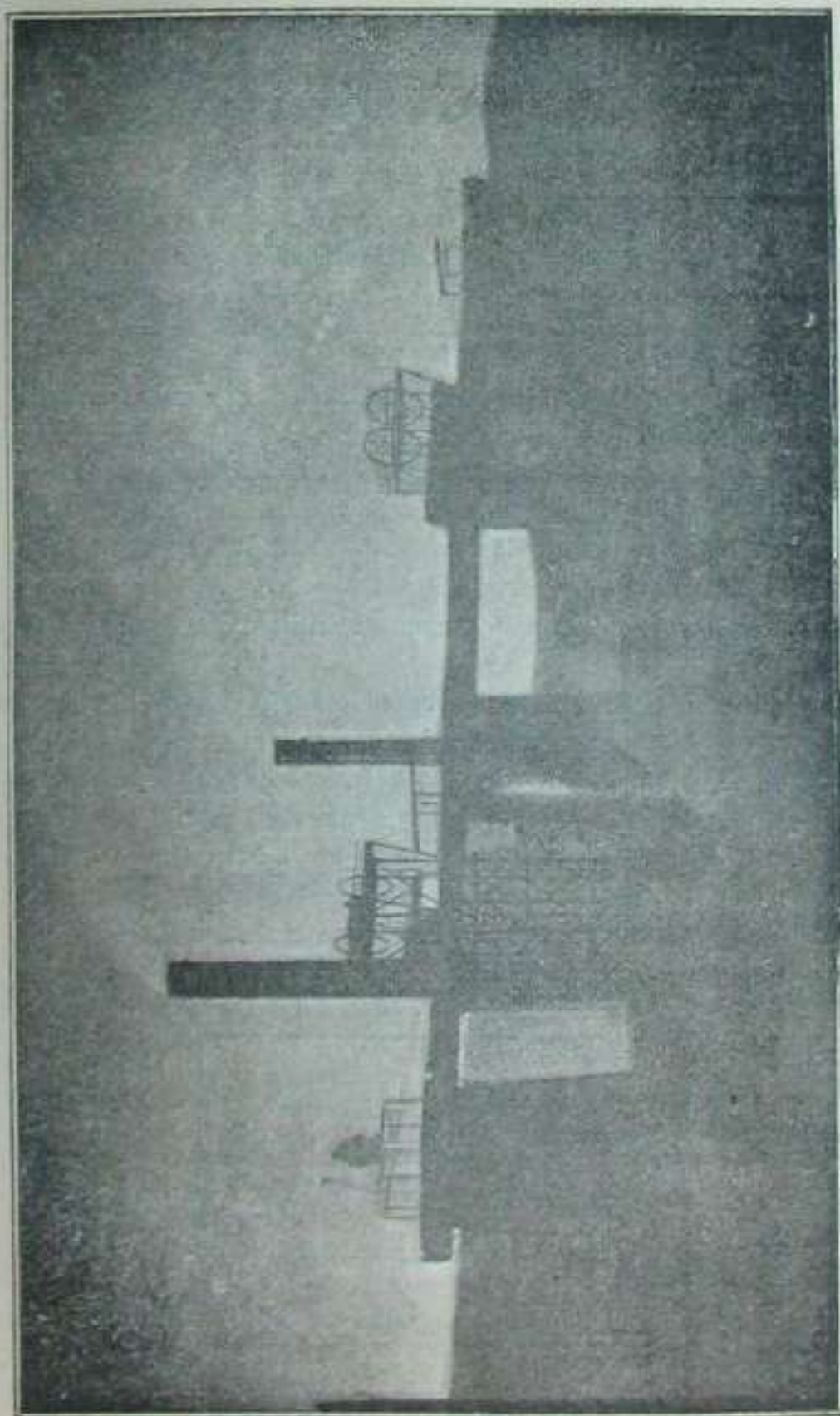


FIGURA 193.

La composición media de cada mezcla, es la siguiente:

	HIERRO	RESIDUO	AGUA
Escarpada.....	51,66	11,30	9,00
Tardía.....	52,37	9,17	9,00
Rubio de Galdames...	50,00	16,50	5,00
Idem de Rebeñaga....	50,00	17,33	6,00

No se hacen parvas, las cargas se verifican arrojando por el tragante el contenido de

12 vagones de diferentes menas en proporciones previamente adoptadas.

4 de castina y

12 de cok.

En cada horno se hacen 30 cargas en veinticuatro horas por término medio.

El peso de una de mineral varía entre 7.000 y 7.800 kg., según la clase de cok y la marcha más ó menos caliente que haya necesidad de adoptar. El peso de castina es el 26 al 30 por 100 del correspondiente al mineral, según el cok y la marcha que ha de llevarse. El peso de este combustible, procedente de la misma fábrica y húmedo, es decir, después de unos días de elaborado, por carga, es 4.400 kg.; empléase también cok inglés ó alemán.

La composición del combustible es la siguiente:

	CESEAS	AGUA
Cok de la Vircaya.....	9,50	6,00
Idem alemán.....	8,10	3,00
Idem inglés.....	6,80	1,50

El cok se fabrica en el establecimiento, como ya dijimos, mezclando hulla inglesa con la de Turón.

El cok alemán proviene del sindicato de Westfalia y el inglés de diversas minas del Reino Unido.

La castina procede generalmente de Bodovalle y tiene la siguiente composición:

	RESIDUO INSOLUBLE	$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	CaO
Caliza de Bodovalle.....	1,50	3,50	53,40

La marcha es más ó menos caliente y la escoria producida se compone, por término medio, de

CaO.....	50
$Al_2O_3$ .....	13
$SiO_2$ .....	36
Fe y otros elementos.....	1
	100

La sangría se efectúa en la forma ordinaria y la colada generalmente empleando sifón de arena para descartar la escoria. El arrabio va á la era donde previamente se han abierto moldes en arena con modelos de madera, como es general en Bilbao, adquiriendo la forma de lingotes.

En Vizcaya se clasifica en siete clases:

	SILICIO	MANGANEO	AZUFRE	FÓSFORO	
Lingote..	1. <sup>a</sup> 1,60 á 2,20	1,20	0,015 á 0,025	0,040	Marcha extra caliente.
	2. <sup>a</sup> 2,20 á 3,00	1,00	0,025 á 0,040	0,040	
	2. <sup>a</sup> 1,40 á 2,30 término medio 1,85	1,00	0,040 á 0,060	0,040	Según la marcha más ó menos caliente
	3. <sup>a</sup> 1,30 á 1,90 término medio 1,10	0,90	0,060 á 0,070	0,040	
	4. <sup>a</sup> 0,50 á 1,30 término medio 1,00	0,80	0,070 á 0,080	0,040	
	5. <sup>a</sup> 0,50 á 0,90 término medio 0,70	0,70	0,090	0,040	
	6. <sup>a</sup> 0,30 á 0,50 término medio 0,40	0,60	0,150	0,035	Atruchado
7. <sup>a</sup> 0,30 para abajo.	0,60	0,150 para arriba.	0,035	Blanco.	



*Sociedad Altos Hornos*  
 No. 13

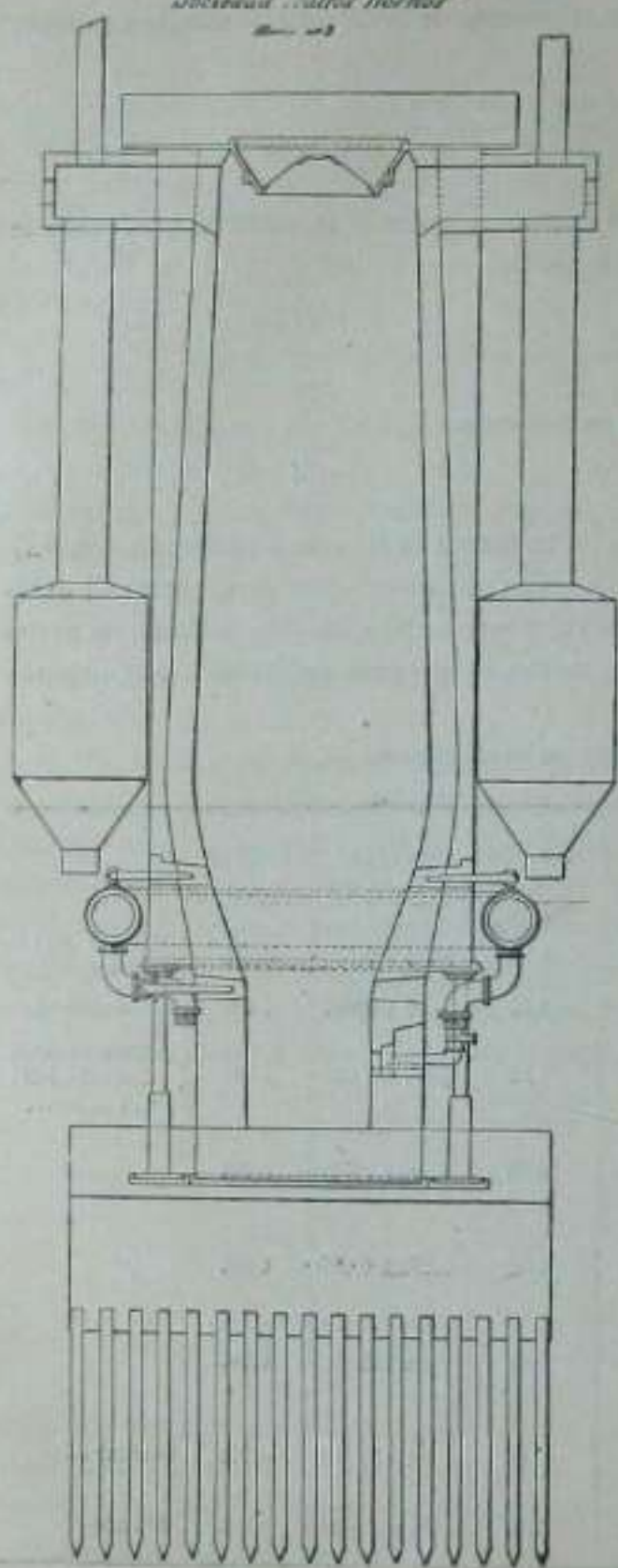


FIG. 194.

Los tres hornos produjeron 90.547.085 kilogramos de arrabio en 1896, y 97.657.127, en 1897, en forma de lingote y de lingotillo usado para la cementación del cobre.

En la confluencia de los ríos Nervión y Galindo, á 8 km. de Bilbao, en una área de 116.500 m<sup>2</sup>, con 500 m. lineales de muelle sobre la ria y otros 400 en la dársena de Portu, está situada la antigua fábrica denominada *Nuestra Señora del Carmen*, en Baracaldo, que hoy, considerablemente ampliada, pertenece á la *Sociedad de Altos Hornos*, de Bilbao, constituida en 2 de Diciembre de 1882, con un capital de 12.500.000 pesetas.

Tres son los hornos altos que funcionan en este importante establecimiento; los números 1 y 2, construidos en 1885 bajo la alta dirección del ingeniero inglés, Mr. E. W. Richards, marchan aún;

y el núm. 3, elevado posteriormente, después de una campaña de treinta y ocho meses, con el perfil y detalles que aparecen en la figura 194.

La infraestructura consiste en una sólida base de hormigón, sentada sobre pilotaje, y la superestructura en una elegante construcción, cuyo aspecto exterior es el de la fig. 195.

Los núms. 1 y 2 son exteriormente de forma cilíndrica, con revestido de chapa de 10 mm. de grueso; alcanzan una altura de 24,40 m., tienen 4,85 de diámetro en el vientre, 2,90 en el crisol, una capacidad de 350 m<sup>3</sup>. y 100 toneladas diarias de producción.

Cada horno tiene á su servicio dos estufas acopladas, sistema Cowper, que calientan el aire á 750 grados centígrados, no excediendo de 50 la temperatura que llevan los productos de la combustión al salir por la chimenea de hierro común á cada par, la cual alcanza 45 m. de altura.

El captado se verifica con el aparato de Parry, ofreciendo la particularidad de que allí, á la tolva llaman *cono* y al cono *campana*.

Los productos combustibles, después de pasar por tubos portagases de gran diámetro, bajo la garantía del *casabel* y de las válvulas de charnela que tienen éstos para prevenir los desastrosos efectos de las explosiones, descienden, depurándose en las capacidades cilíndricocónicas que aparecen á uno y otro lado de la fig. 194, y que allí llaman *botellas*, donde, cambiando de sección, experimentan una purificación seca. Las cenizas y hollines se acumulan en el tronco de cono inferior, de donde se extraen de cuando en cuando por medio de un vagón colocado en la vertical de la boca, que se cierra ó abre desde fuera mediante una válvula.

Una vez descartados de gran parte de sus impurezas, llegan los gases conducidos por tuberías de hierro de unos 2 m. de diámetro, dotadas de válvulas para facilitar la limpieza y prevenir explosiones, hasta las cámaras de combustión de 26 calderas, capaces de desarrollar vapor para una fuerza de 3.000 caballos.

Un montacargas de hierro, unido por un puente metálico á ambos hornos, eleva minerales y cok.

Tanto el aire necesario para estos dos hornos, cuanto el que necesita el núm. 3, de que luego hablaremos, lo suministran cuatro máquinas soplantes, tres verticales del tipo Cleveland y una horizontal, que en junto representan unos 2.000 caballos. Cada horno

tiene 8 toberas, incluida la de Lürman, para salida de las escorias; éstas se granulan proyectándolas, al salir fundidas, sobre agua fría contenida en vagones de chapa, que se reemplazan y suministran carga a los ganguiles, que la vierten fuera de la boca del puerto. Cada horno produce 700 kg. de escoria por tonelada de lingote.

La colada se verifica por sifón en moldes de arena, abiertos con modelos de madera, sistema general en Bilbao. El lingote, una vez formado, se riega para acelerar su enfriamiento.

El arrabio se vende al estado de lingotes de 50 ó 60 kg. de peso, y al de *lingotillo*, para verificar la cementación en Riotinto, en cuyo caso no excede de 15 á 20.

Cada colada es de 20 á 25 toneladas, verificándose cuatro cada día.

El horno alto, núm. 3, cuya reconstrucción hemos seguido durante nuestra permanencia en Bilbao, terminó su última campaña el 27 de Marzo de 1896. Se apagó, suprimiendo el viento á las veinticuatro horas de no cargar parvas, substituyendo éstas por cargas de caliza de 20 toneladas y de 70 la última. Después se echó agua sobre la cal formada, empezando inmediatamente la demolición.

Al hidratarse la cal, aumenta de volumen y destruye el conglomerado que se forma entre el cok y la escoria, que á no ser así, habria que destruir con el pico, lo cual es lento y costoso. La demolición duró cuatro semanas.

Una vez derribado el antiguo horno, se procedió á levantar el nuevo, comenzando por la infraestructura. Para ello se abrió una zanja de 4,50 m. de profundidad, estableciendo inmediatamente una base de pilotaje, pues el terreno es flojo como ganado á la ría, hincando estacas de 5 m. de largo y 0,623 m<sup>2</sup>. de escuadria, espaciadas entre sí unos 35 centímetros.

Después se sentó el hormigón por tongadas de corto espesor, apisonadas con esmero hasta llegar á la parte alta, en que bajo una capa de ladrillo, quedaron ahogadas las bases de los apoyos y sentadas en el centro las piezas especiales de arcilla cocida que constituyen la base del crisol. Tanto aquéllas como los ladrillos que forman éste, proceden de la reputada fábrica inglesa de *Glenboig* y los de la cuba y etalajes de la no menos conocida de *Cochrane Carr*.

La erección y puesta en obra de tuberías y portavientos duró once semanas, aprovechando algunos del horno antiguo, así como botellas, cascabeles, etc.

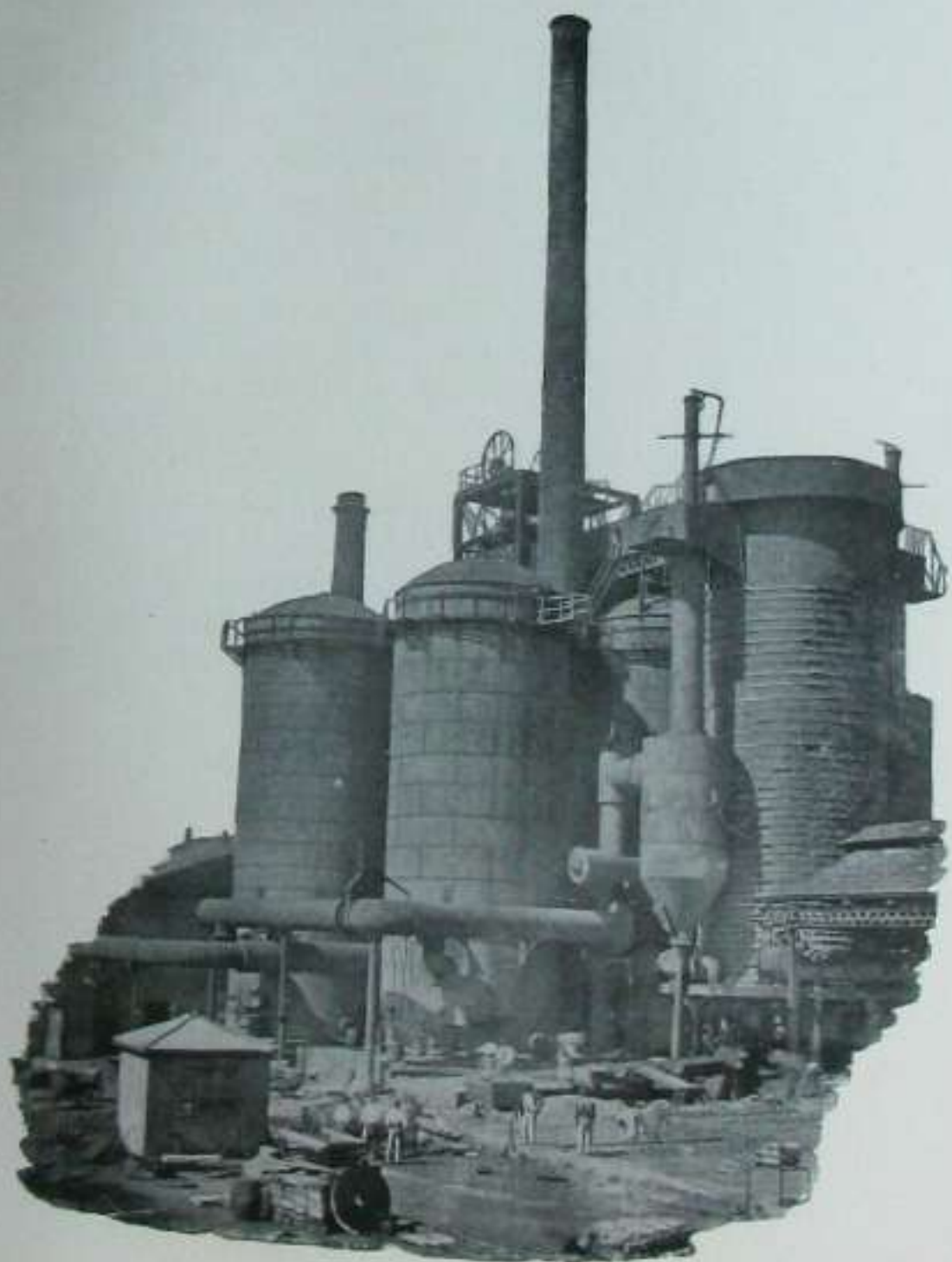


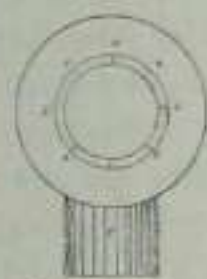
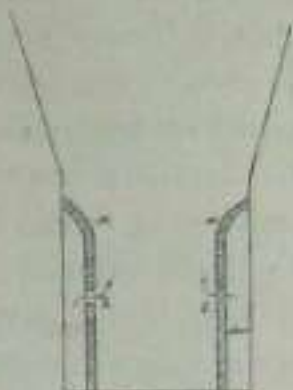
FIGURA 195



El período de *oreo*, ó desecación espontánea, invirtió otras ocho y comenzó el de desecación, propiamente dicho, por un procedimiento especial, dirigido por Mr. Jencki Lewis, constructor del horno, mandado con este objeto por el conocido ingeniero inglés Mr. E. W. Richards, que había construido los otros y muchos de los aparatos de que consta la fábrica, como más adelante veremos.

Se empezó por levantar un tabique *a* de ladrillos ordinarios, concéntrico con el crisol, como indican las figs. 196 y 197, dejando mechinales ó ladrillos sin colocar, de trecho en trecho *b b*.

Estableció Mr. Lewis en la boca del horno un hogar ordinario *c*, donde se quemaba cok; los gases calientes que éste emitía, penetraban por el anillo cilíndrico intermedio, de 200 milímetros de ancho; luego por los mechina-

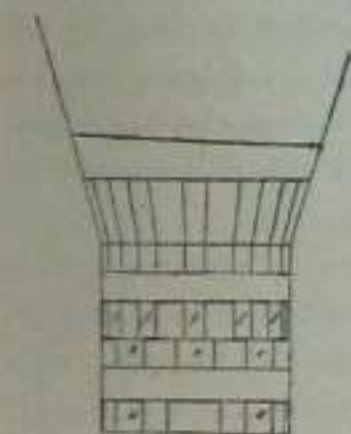


FIGS. 196 y 197.

les, como indican las flechas, yendo últimamente á caldear el paramento interior del horno de una manera completa y uniforme.

El caldeo duró doce días.

Para encender el horno hizo derruir el tabique de ladrillos ordinarios, y en su lugar colocó, como las figs. 198 y 199 indican, pies derechos *d d* de pino de 600 mm. de altura, espaciados entre sí unos setenta, dejando una cámara circular de un metro de diámetro en comunicación con la piqueta. Sobre los postes se pusieron dos filas de traveseros *e e* en cruz, y encima otros pies derechos *f f* hasta los etalajes, traveseros cruzados después, y luego postes radiales hasta mitad de aquéllos, coronados por otras filas de traveseros. Los huecos de toda



FIGS. 198 y 199.

esta construcción de madera, que se elevó unos cuatro metros sobre

la plaza, se rellenaron de astillas y virutas. Después empezaron las *cargas blancas*, es decir, exclusivamente de cok, en la proporción de seis toneladas por cada 100 metros de capacidad del horno, con la caliza puramente indispensable para escorificar las cenizas, empezando luego á cargar mineral, en proporción tan sólo de un 40 por 100 de la parva ordinaria. Así se continuó hasta llenar completamente la cuba, mezclando con las cargas, escorias ácidas de la campaña anterior.

Este horno, después de bendecido por el capellán de la fábrica, se dió fuego mediante un pelotón de estopas empapadas en petróleo, que aplicó la niña Dolores, hija mayor del ilustrado ingeniero de minas encargado de los hornos altos de aquella importante fábrica, D. Francisco Gómez Rojas, el 24 de Agosto de 1896, á las cuatro y media de la tarde.

Marchó con tiro natural hasta las nueve de la mañana del día 27, y sólo hubo una ligera explosión al dar gases á los Cowper, de que hablaremos luego.

La altura del horno núm. 3, es 21,62 m.; el diámetro en el vientre, 5,30; el del tragante, 4,20, y el del crisol, 2,70. Tiene tres filas de toberas superpuestas, perfectamente visibles en la fig. 194 por la situación de las busas, seis en el nivel ordinario, seis al comenzar los etalajes y cuatro cerca del vientre. La zona inferior constituye las toberas propiamente dichas; las otras dos las *falsas toberas*, del perfil Beck, que como se ve, va generalizándose en Bilbao.

Las filas inferiores tienen cajas protectoras de arrabio, refrescadas con agua; la superior no, y las ventanillas son más pequeñas.

Las toberas del nivel superior al crisol, que son las que, como hemos dicho, alimentan de aire constantemente al horno, son del tipo inglés y están enfriadas con agua.

La timpa por donde salen las escorias, es de bronce y pertenece al tipo de Lürmann. La piquera está protegida por arcilla inglesa.

Todo el horno se halla formado de ladrillos ingleses también y el crisol refrescado de un modo especial.

Antes, los demás hornos, tenían un pozo anular que le rodeaba exteriormente, dentro del cual se renovaba de continuo el agua para conservarle á la temperatura debida. Pero esto era muy expuesto, como lo demostró la práctica, pues una pequeña grieta abierta

en el crisol, al poner el baño fundido en contacto con el agua en gran cantidad, provocaba explosiones, á veces de fatales resultados, no sólo para el personal afecto al horno, sino para la estabilidad y duración de éste.

El pocillo anular, formado por una chapa de acero concéntrica al crisol y separada de él algunos centímetros, se llena ahora, no con agua, sino con una mezcla de alquitrán y polvo de cok, que forma una especie de esponja, por la cual circulando el líquido enfría suficientemente el crisol, con menor consumo de agua, y quita importancia al efecto de las explosiones, caso de agrietarse la fábrica.

La cuba es independiente del resto del horno, más avocada á reparaciones; descansa sobre la madrastra y ésta en columnas de arrabio. El toro distribuidor del viento, sostenido de análoga manera y además por ménsulas que parten del macizo, es de chapa de hierro, revestida interiormente con ladrillos de Galdácano de unos 20 centímetros de espesor.

Los portavientos, constituidos como el dibujo indica, tienen salidas apropiadas intermedias y superiores, para llevar el aire á estos niveles.

Se ha ensayado sin éxito satisfactorio la *tobera abierta*; verdad es que el refrigerante es agua dulce, y por lo tanto, menos ocasionada á incrustaciones.

La fig. 195 nos hace ver que el horno núm. 3, es exteriormente cilíndrico, con paramento de ladrillos, sujetos con cinchos de hierro en vez de las chapas que no permiten reconocer en el acto cualquier desperfecto, con estufas adosadas para el caldeo del aire, de 18 metros de altura, doble toma de gases por tubos depuradores, provistos de cascabel en la parte alta y botella en la inferior, elevada chimenea, montacargas de vapor de 30 m. de corrida, é infinidad de detalles enojosos de enumerar y que sólo la fotografía ha hecho posible aparecer en el grabado adjunto.

La composición normal de una carga es la siguiente:

Mineral.....	2.900 kilogramos.
Cok.....	1.500 "
Caliza.....	620 á 640 "



Esta composición es la ordinaria para obtener arrabios de los núms. 1 al 5, siendo anormal la fabricación de los de este último, flojos, picados y blancos, producto sólo de una mala marcha.

El lingote se clasifica por la magnitud, aspecto del grano y otros caracteres que la práctica hace conocer. La composición es la que sigue:

Núm. 1.—Si....	3,20 por 100....	S....	0,03 por 100.
Núm. 2 —Si....	2,90 " " ....	S....	0,03 " "
Núm. 3.—Si....	2,20 " " ....	S....	0,05 " "
Núm. 4.—Si....	1,70 " " ....	S....	0,07 " "
Núm. 5.—Si....	1,50 " " ....	S....	0,09 " "

Carbono casi constante.....	3,80 ± 4,00 por 100.
Manganeso.....	1,25 " "
Fósforo.....	0,02 " "

En la margen izquierda del río Nervión, jurisdicción de Sestao, próxima a la Vizcaya y a 10 km. de Bilbao, se encuentra instalada, en un paraje conocido por *El Desierto*, la fábrica de *San Francisco*, llamada también de Mudela, por haberla fundado el primer Marqués de este título y hoy perteneciente a una Sociedad anónima a cuyo frente figura uno de sus sobrinos, D. José María Martínez de las Rivas.

Dispone de cuatro hornos altos, situados en una línea paralela a la ría, con área necesaria para las eras de colada que son descubiertas como en la mayor parte de las fábricas, están pareados y unidos dos a dos por un puente metálico que comunica las plataformas entre sí, al medio del cual desemboca el montacargas de vapor.

Generalmente, a causa de la escasez de viento, no marchan a la vez más que dos de los cuatro, y en este caso, suelen ser uno de cada pareja.

El perfil se halla ajustado a las siguientes dimensiones:

Altura de los hornos.....	17,000 m.
Radio del vientre.....	2,525 "
Idem del tragante.....	1,525 "
Idem del crisol.....	1,025 "
Idem al nivel de las toberas....	1,025 "

Y está construido con ladrillos ingleses de las marcas E. Bowens, Stourbridge, que costaron, cuando el cambio se hallaba á la par, 120 pesetas tonelada.

Su composición química es la que sigue:

Sílice . . . . .	72,100
Oxido férrico. . . . .	2,426
Alúmina. . . . .	23,972
Cal. . . . .	0,500
Magnesia . . . . .	0,972
	<hr/>
	99,970
	<hr/>

El macizo exterior, que es bastante grueso, tiene su paramento al descubierto encinchado con cellos de hierro.

Cada horno tiene cinco toberas hidráulicas en un sólo nivel, con templillos refrigerados, por las que se inyecta aire caliente que viene de las estufas. Estas son 12, nueve del tipo Whitwell y tres del Cowper; unas y otras de 7 m. de altura, formadas en un principio por ladrillos ingleses que al repararlas se van reemplazando con los procedentes de la mencionada fábrica de San Felices, que cuestan á 60 pesetas la tonelada y tienen la siguiente composición:

Sílice . . . . .	92,48
Alúmina. . . . .	6,14
Oxido de hierro . . . . .	0,74
Cal. . . . .	0,51

De los 12 aparatos para calentar el aire hay siempre 9 en marcha, 6 con gas y 3 con aire, efectuándose por lo tanto, las inversiones de hora en hora.

La limpieza se efectúa cada dos meses en los de Whitwell; los de Cowper resisten más; puede hacerse sin inconveniente cada tres, siempre que se tengan tres aparatos en reparación y limpieza (1).

Las máquinas soplantes son tres: dos antiguas de balancín y una vertical en mal estado por el mucho tiempo que llevan funcionando.

No se gasta hulla en las máquinas de la fábrica más que duran-

(1) Tanto estos datos, como muchos de los que consignamos, los debemos al distinguido ingeniero de minas D. Angel Jimeno, Director del establecimiento.

te las paradas y reparaciones. Los gases desprendidos de los hornos altos y de los de cok, alimentan todas las calderas del establecimiento.

Las hullas que emplean en la *Fábrica de San Francisco* son inglesas; vienen, como lastre, en los mismos buques de la casa ú otros que exportan sus minerales á Inglaterra y atracan en el muelle de que el establecimiento dispone, verificándose la descarga mediante un tranvía aéreo que lleva el carbón á los depósitos.

La composición industrial de algunas muestras, es la siguiente:

Hulla procedente de Newcastle.....	Materias volátiles.....	26,10
	Cok.....	73,90
	Cenizas.....	8,40
Idem de Cardiff.....	Materias volátiles.....	17,30
	Cok.....	82,70
	Cenizas.....	9,40
Idem mezcla de 450 kg. de Newcastle y 450 de Cardiff. Seca á 100°.....	Materias volátiles.....	22,60
	Cok.....	77,40
	Cenizas.....	10,20

Las cenizas se componen de

Silice.....	48,3	} Calorías.....	6.638
Óxido ferroso.....	12,011		
Idem manganeso.....	0,215		
Alúmina.....	29,955		
Cal.....	2,700		
Magnesia.....	1,007		

Rinden el 72 por 100 de cok en los hornos de la fábrica, y los gases combustibles resultantes están formados de

Anhidrido carbónico.....	9,80
Óxido de carbono.....	25,40 (1).

Como se ve, disponen de hullas excelentes; las menas son también de primera calidad, provenientes de las muchas y buenas minas que posee el Sr. Rivas, ó de las demás de la región, cuyos productos transporta en los mismos tranvías aéreos de que nos hemos ocupado.

Como ejemplo, apuntaremos algunos análisis de las que ha empleado la fábrica:

(1) Estos datos también los debemos al Sr. Jimeno.

PROCEDENCIA	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	SO <sub>3</sub>	PbO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O+CO <sub>2</sub>	A C U A		Fe
										Combinada	Higroscópica	
Vena de Triano.....	84,28	1,63	0,04	0,03	1,86	Indicios	0,43	4,99	6,71	"	"	59,00
Campanil.....	79,43	1,87	0,05	0,02	1,76	5,10	Indicios	4,84	6,92	"	"	55,60
Rubío de Matamoros.....	78,28	0,75	Indicios	Indicios	1,29	"	0,30	7,97	"	9,94	0,66	53,90

Cada horno recibe en veinticuatro horas de 34 á 42 *cargas*, según expresión de la localidad; cada una, aunque no tiene composición constante, varía poco de

Mineral.....	3.270 kg.
Castina.....	960 "
Cok.....	1.950 "
Chatarra.....	100 "

El mineral mezcla de otros, tiene poco más ó menos la composición siguiente:

Hierro metálico.....	51,978 por 100.
Sílice.....	12,075 " "
Manganeso.....	0,754 " "
Fósforo.....	0 013 " "
Pérdida al calor rojo.....	10 700 " "

La castina es generalmente de Cobetas y la que baja por el plano inclinado de Basurto para alimentar los hornos de cal, de que nos ocupamos á su tiempo: tiene, por término medio, la siguiente composición:

Cal.....	51,400
Magnesia.....	1,369
Ácido carbónico.....	41,700
Óxido ferroso.....	2,300
Alúmina.....	Indicios.
Sílice.....	3,200
	<hr/>
	99,969

No se elaboran previamente las parvas, sino que éstas se forman dentro del mismo horno. Arrójanse primero ocho vagones de cok, que ascienden por el montacargas, después de pesados; luego tres con castina y chatarra, y últimamente, otros tres cargados de mineral. Cuando por necesidades de marcha ó de cambio de productos hay que variar la mezcla, la carga de cok permanece constan-

te, verificándose el cambio solo en las cantidades de mineral ó de castina que hayan de formarla.

Verificase la colada en la forma ordinaria seis veces por día, produciendo cada horno en ese tiempo de cincuenta y cinco á sesenta y cinco toneladas de arrabio.

Éste se clasifica en siete clases, según el aspecto de su fractura. Cuando los cristales se hallan bien pronunciados, se llama *cero*; si no lo están tanto, *uno*, y así hasta el *cinco*, en que la cristalización afecta forma de estrellas. Los números *seis* y *siete* corresponden al arrabio blanco, que generalmente no se fabrica.

La composición es la siguiente:

Núm. 5..	{ Silicio ... }	1,586	{ Azufre.....	0,280
Núm. 4..		2,333		
Núm. 3..	{ Silicio ... }	3,966	{ Azufre.....	0,110
Núm. 2..		3,173		
Núm. 1..	{ Silicio ... }	4,293	{ Azufre.....	0 050
Núm. 0..			{ Fósforo.....	0 048
			{ Manganeso..	1,008

La fabricación ordinaria se limita á obtener lingote muy carburado, que prefieren todos los fundidores de España, pues les permite mezclarlo con arrabio viejo en una proporción que para los números bajos llega hasta un 50 por 100, resultando en el cubilote un excelente arrabio de moldeo.

\*El consumo de cok por tonelada de lingote oscila entre 1.150 á 1.200 kg., según la clase que se obtenga del 5 al 1, pudiendo bajar de esa cifra para los blancos.

La escoria resultante de la obtención de los núms. 1 y 0, como producto de una marcha caliente, es corta, blanca y se hace polvo cuando se enfría. Está formada de

Silice.....	29,500
Óxido mangánico.....	0,273
Óxido ferroso.....	1,732
Alúmina.....	12,979
Cal.....	51,600
Magnesia.....	1,513
Azufre.....	2,375
	<hr/>
	99,972

La proveniente del núm. 5 es blanca azulada, consistente en frío, y se compone de

Sílice.....	34,950	por 100
Óxidos de hierro y aluminio....	17,400	" "
Cal.....	43,800	" "

La escoria negra, resultado de una marcha relativamente fría en la obtención del 5 para arriba, se compone de

Sílice.....	37,000	por 100
Óxidos de hierro y aluminio....	17,500	" "
Cal.....	45,500	" "

Todas son, por lo tanto, escorias más ó menos básicas, pues se trabaja á temperatura muy elevada.

La escoria procedente de la primera sangría está compuesta de

Sílice.....	36,100
Óxido ferroso.....	1,055
Óxido manganeso.....	0,144
Alúmina.....	30,500
Cal.....	30,250
Magnesia.....	0,252
Azúfre.....	1,565
	<hr/>
	99,866

La cantidad de castina cambia cada día, según el estado más ó menos caliente del horno, entre 28 y 32 por 100, proporción muy grande si se compara con la empleada en los demás hornos altos de la localidad, cuyas escorias rara vez alcanzan la basicidad necesaria para reducirse á polvo cuando se enfrían, el lingote no es tan silíceo, la carburación menor y la cantidad de azufre más elevada.

En cambio, la marcha caliente es más costosa, sobre todo, en combustible, que es lo más digno de tenerse en cuenta, y más en Vizcaya; pero el mercado, adquiriendo estos productos como excelente arrabio, sobre todo para el moldeo, sufraga los gastos concediéndole más elevado precio. Aunque casi todo el lingote obtenido se consume en España, se han remitido, con gran beneficio, partidas á Inglaterra y á Alemania hasta de 2.000 toneladas, siendo perfectamente

acogido; pero la deficiencia de los aparatos soplantes limita forzosamente la producción.

El personal afecto á cada horno se compone de un maestro con 6 pesetas diarias, 3 *garzones*, con 3,50 á 4; un *escoriéro*, un *enganchador* y un *caballista*, con 3,25. Además hay 8 *cargadores* que ganan 3,50 á 4 pesetas, y 6 ayudantes con 3,25. El personal es doble, pues se reemplaza cada doce horas, entrando el primer relevo á las seis de la mañana y el segundo á las seis de la tarde.

Dos *cargadores* permanecen constantemente sobre la plataforma, y los restantes allegan las primeras materias al monta-cargas, manejado por un maquinista, cuyo jornal es de 3,50 pesetas.

La instalación general de la fábrica es la siguiente: Una primera línea paralela á la ría que, como dijimos, ocupan los hornos altos; otra segunda detrás de la anterior, en que se hallan las estufas para caldeo del aire; la tercera línea, paralela á las precedentes, la ocupan los almacenes de primeras materias, menas, hullas, etc., el ala derecha del establecimiento se halla destinada á calderas, máquinas soplantes, etc., y en la izquierda se encuentran los hornos de cok.

La producción anual de la fábrica de San Francisco se calcula en unas 20.000 toneladas de cok y 36.000 de arrabio.

En los extensos terrenos que alrededor del establecimiento posee D. José María Martínez de las Rivas, se halla situada una importante factoría naval, denominada *Astilleros del Nervión*, que dicho señor, unido al conocido constructor Sr. Palmer de Jarrow, en 1889, instaló en breve plazo, de la cual han salido buques de guerra de 7.000 toneladas de desplazamiento.

Además de dársenas, gradas y demás elementos de construcción naval, situados en la margen del río, existen alojadas en espaciosos y elegantes edificios muchas, magníficas y costosas máquinas de todas clases, cubiertas unas por lonas embreadas, á fin de guarecerlas de las goteras, pintadas otras para evitar la oxidación, y todas paradas, lo cual contrista al contemplar la actividad de las fábricas siderúrgicas próximas, cuyos productos pudieran transformar en máquinas ó artefactos útiles á la industria, con provecho inmediato para el obrero y en beneficio general del país.

## MARCHA Y ACCIDENTES

### DE LOS HORNOS ALTOS

*Encender y apagar* temporalmente un horno alto son operaciones que, afectando profundamente á su estabilidad, hay que practicar con grandes precauciones.

La primera se divide en cuatro épocas ó períodos: *oreo, desecación, caldeo y marcha*.

El oreo, ó desecación espontánea, se verifica una vez terminado el horno, dejando abiertos todos los orificios, ventanillas de tobera, de timpa, etc., durante seis á diez semanas, según el estado más ó menos húmedo de la atmósfera y la energía de los vientos reinantes. Si el tiempo estuviere lluvioso, debe tenerse tapado el tragante para que no se moje el ladrillo que forma la camisa, pues una vez humedecido, se desmorona fácilmente al poner en marcha el horno.

La desecación, que por lo menos dura doce días, puede practicarse por el procedimiento seguido en el núm. 3 de *Altos Hornos*, descrito en la pág. 231, ó por el siguiente, que es el ordinario, en *La Vizcaya*: empíezase por impedir todo acceso al aire, tabicando con ladrillo y mortero las ventanillas de tobera; después se improvisa una parrilla dentro del crisol á una altura de 0,50 m. de la plaza, donde se tiene constantemente encendido un fuego de cok, alimentado por el aire, que penetra por la parte inferior de una chapa de acero, que cierra imperfectamente la puerta de timpa.

Para caldear el horno, constrúyese con ladrillo en seco sobre la base del crisol tres galerías abovedadas en forma Y, por las que penetra el aire, repartiéndose con uniformidad; se enlodan cuidadosamente todos los huecos, dejando sólo una mirilla para observar la marcha del fuego, y se practican las siguientes cargas:

- 1.º Una capa de virutas de 20 centímetros de altura.
- 2.º Leña, en trozos pequeños, hasta la altura de las toberas inferiores.
- 3.º Una capa de 12 á 15 centímetros de carbón vegetal.





- 4.º Unos 7 metros cúbicos de leña gruesa.
- 5.º Doce toneladas de cok, con 1.200 kg. de caliza.
- 6.º Quinientos kilogramos de escoria, procedente del horno alto.
- 7.º Cargas de mineral, en número por lo común de 30 á 33, en las cuales, para 600 kg. que tiene la primera y 2.100 la última, se pone en todas 2.000 kg. de cok con 300 de escoria del horno alto y la caliza correspondiente al mineral, procurando que la mezcla resulte muy silícea; es decir, que se pone 5 á 6 por 100 menos de castina que la necesaria para la marcha normal.

Así se va llenando el horno hasta unos 8 m. por bajo del tragante, en cuya disposición se cierra la timpa, y después de rociar con petróleo las virutas, se prenden por el agujero de sangría. La marcha del fuego se observa por mirillas abiertas en las ventanas de tobera, cerradas ordinariamente con un ladrillo, pero que se destapan no sólo para enterarse de lo que pasa en el interior del horno, sino que se conservan abiertas cuando es necesaria la entrada de aire hacia ciertos puntos en que la combustión disminuye.

Al observar por las referidas mirillas que el cok incandescente se halla al nivel de las toberas, se derriban los tabiques que cerraban las ventanillas, se colocan aquéllas y se da viento, empleando busas, cuyo ojo sea de 0,07 m. de diámetro, manteniendo siempre las cargas á 8 m. por bajo del tragante. Al otro día de dar viento, se reemplazan las busas de 0,07 por otras de 0,09 m., y más tarde se quitan éstas, sustituyéndolas por las ordinarias, que tienen, por lo general, 0,13 de diámetro.

Una vez el horno dotado del viento necesario, cuya presión crece de 3 á 26 cm. Hg, se siguen agregando cargas reducidas, aumentándose lentamente la proporción de mineral y caliza hasta entrar en marcha ordinaria, conseguida la cual se continúan, empleando las dosis, previamente adoptadas.

Para *apagar* un horno se hace lo siguiente:

- 1.º Disminuir la proporción de mineral en las cargas, así como de castina, conservando la cantidad de cok hasta que la escoria sea francamente silícea.
- 2.º Reemplazar los lechos de mineral por *cargas blancas*, es decir, compuestas exclusivamente de cok, hasta que el nivel superior de las materias que llenan el horno quede á 3 ó 4 m. por bajo del tragante.

3.º Conseguido dicho nivel, se continúa dando viento hasta que descienda á 8 ó 10, y entonces empieza la carga de caliza, que suele componerse de 12 vagones de castina y dos de *escarbilla* ó cisco de cok. La caliza tiene por objeto evitar la pérdida del revestido refractario y anular en lo posible las explosiones, que con tanta frecuencia suelen producirse al encender ó apagar los hornos.

4.º Después de 12 cargas de castina y escarbilla se rebaja la presión del viento á la mitad y se mantienen las materias contenidas en el horno á 10 m. por bajo del cargadero.

5.º Cuando se ha extraído todo el hierro que el horno tenía, se quita primero el viento y después las toberas, dejando abiertas las ventanillas por que actuaban aquéllas, para que sólo por tiro natural y mediante la combustión del cisco de cok, se cueza la caliza, como en un calero ordinario.

6.º Se llena de caliza todo el horno.

La *marcha normal*, variable con la composición de las menas que constituyen las parvas y con la clase y condiciones del arrabio que se trata de fabricar, se regula principalmente por el aspecto de la escoria, en cuya observación tienen los fundidores gran práctica, y cuyas propiedades físicas son iguales en idéntica marcha, ayudándose á más por frecuentes investigaciones sobre temperatura y composición de los gases, que no sólo aseguran la regularidad de la operación, sino previenen los accidentes que el aspecto de las escorias no hace más que confirmar, pero no predecir.

Para pasar de una á otra clase de arrabio, antes de emplear la nueva mezcla en las cargas, se hace preceder éstas de una composta casi exclusivamente de menas ó de combustible, según se trate de hacer la marcha más ó menos fría.

Entre los accidentes á que se halla sujeta la conducción de un horno alto, figura á la cabeza la formación de *lobos* ó concreciones de materias que dificultan ó impiden totalmente el descenso regular de las parvas en parajes determinados del horno. Éstos se hallan situados, por lo general, á la altura del vientre y más abajo, produciendo los *lobos* que en ellos se forman un desarreglo general en la bajada de las cargas, pues adelantándose el mineral al cok, ocasiona un enfriamiento en el crisol.

Las causas que originan dichos accidentes son muchas, pero comunmente son el resultado de emplear un exceso de castina,

pérdida grande de agua por una tobera, mala calidad del combustible, carga mal repartida, etc. La principal suele ser, sin embargo, el empleo de cok *blando* ó demasiado poroso y de escasa resistencia (1), el cual, por el peso de las parvas, se reduce á polvo sin quemarse; éste, mezclado á la caliza, es una de las principales causas de interrupción en el descenso uniforme de las materias.

Acusan dicho accidente el aspecto negro de la escoria, que á veces tiene hasta un 4 por 100 de hierro, el arrabio frío ó cavernoso producido, y sobre todo, la inclinación á que tiende la parte superior de las cargas por el descenso de substancia más rápido hacia la inferior de la pendiente.

Corrígese, enrasando esta con cok y colocando una, dos ó tres busas, según la importancia del accidente, en el sitio donde se produjo éste y en el extremo opuesto, ó sea por donde bajan más rápidamente las parvas. Esto, que sería difícil y expuesto en los hornos altos ordinarios, es fácil y expedito en los construídos según el perfil de Beck, pues no hay más que romper el tapón de arcilla que cierra las falsas toberas, é introducir inmediatamente las busas conectadas con los portavientos que parten de las tomas de aire suplctorias, que hemos señalado. Por lo general, las toberas que más se utilizan son las del nivel superior, pues las intermedias funcionan sólo en casos extraordinarios.

La insuflación, al par que por las nuevas toberas utilizadas, se verifica por las ordinarias, ó sea las del nivel inferior. No conviene prolongar ésta más de dos horas, so pena de que se queme el cok que hay por encima del vientre, en cuyo caso no queda el necesario para las reacciones que han de producirse en el crisol, y además, porque puede *subir el fuego* á la altura de las toberas del nivel superior, y el arrabio producido se descarbura al llegar al crisol merced al aire inyectado por las toberas ordinarias, haciéndose más infusible, por lo tanto, y constituyendo un peligro para la marcha regular y ordenada del horno (2).

Se ayuda la acción del viento inyectado por las toberas superio-

---

(1) La resistencia media del cok al aplastamiento, más conveniente para los hornos de 20 m. de *La Viscaya*, es de 90 kg. por centímetro cuadrado, que alcanza el obtenido en dicha fábrica.

(2) Estos datos los debemos al ilustrado ingeniero de minas D. Manuel B. de Heredia, Director de los hornos altos de *La Viscaya*.

res, cargando por el lado donde no baje la materia, chatarra ó escorias procedentes de la laminación, que son muy fusibles, en la proporción de 200 kg. por carga.

De los demás accidentes, cambios de marcha, subidas del fuego, bóvedas, corrosiones, etc., no nos ocupamos por reconocerse y corregirse por los métodos ordinarios.

---



## AFINO DEL ARRABIO

---

Fuera de unas cuantas forjas, sin importancia industrial alguna que aún funcionan, únicos representantes del sistema *directo*, todo el hierro y el acero que se obtiene en el Norte de España se debe al *indirecto*, basado, como es sabido, en el *afino* ó depuración del arrabio.

De los métodos que abarca el sistema se sigue generalmente el de *fusión*, representado por los procedimientos neumáticos y de reacción, sin que por eso haya desaparecido ni esté próximo á desaparecer el pudelado, que representa el de agregación de *masas pastosas*.

La razón es sencilla: ni el hierro fundido ha desalojado completamente al hierro soldado de las aplicaciones industriales, ni la depuración de ciertos lingotes complejos é impuros puede lograrse hasta el grado conveniente sin que intervenga la inteligencia y la habilidad del obrero. No siendo demasiado cara la mano de obra en el Norte de España, sobre todo en Asturias, y disponiéndose de aparatos mecánicos para el batido del baño, que es lo más penoso del procedimiento, la purificación se completa hasta donde es posible y en buenas condiciones económicas.

Veamos cómo se plantean estos diferentes sistemas en la región que nos ocupa.

### PUDELADO

Esta operación, que pudiera denominarse *batido*, por su manera de realizarla, se llama en Vizcaya *puddlaje*, *pulaje* ó *pudelaje*, y en Asturias *puclado*, *puclado* ó *pudelado*, conservando siempre, como se ha hecho en todos los idiomas, el radical *pucl* del verbo inglés *to puddle*, remover, amasar.

Al producto se denomina, impropriamente por algunos, *hierro puddler*, en general *hierro pudelado*, y nunca batido, reservándose, por lo general, este adjetivo para el hierro que ha sido estirado varias veces por laminación, con objeto de hacerle adquirir compacidad y las demás condiciones derivadas de la manipulación que los franceses designan con el nombre de *corroyage*.

La fábrica de *Mieres* emplea en sus parvas una pequeña parte de menas bilbainas, porque las de su propiedad, aunque ricas, son bastante impuras; así que el lingote obtenido ha de sufrir un afino esmerado para originar los excelentes hierros que produce.

El conjunto del taller de pudelado de este importante establecimiento, uno de los mejores de la fábrica, aparece en proyección horizontal en la fig. 200. Consta de 12 hornos relacionados con

PLANTA DEL TALLER DE PUDELADO DE MIERES.

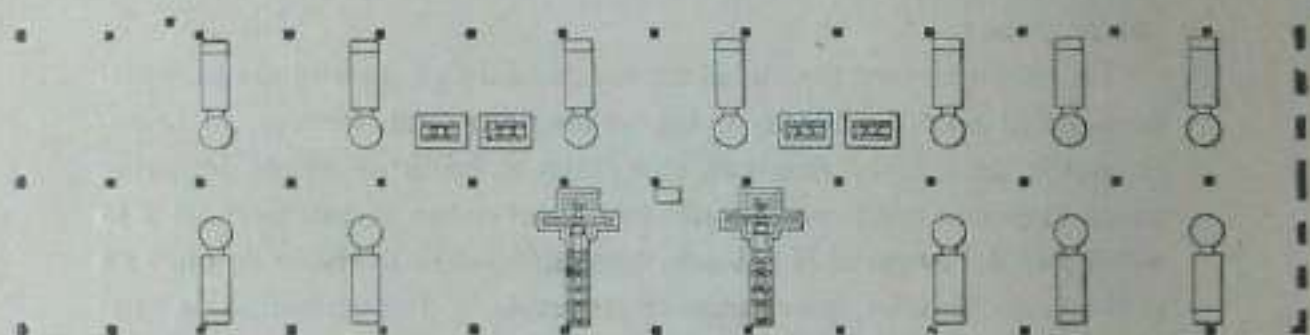


FIGURA 200

cuatro martillos-pilones, de los cuales funcionaban dos, y dos trenes de desbaste, instalados en dos extensas naves de cubiertas metálicas enlosadas con gruesas planchas de arrabio. Vías férreas á uno y á otro lado traen las primeras materias y llevan los productos á los demás talleres.

Los hornos dobles, de forma y condiciones expresadas en las figs. 201, 202 y 203, están caldeados por combustible sólido. La plaza se halla refrescada por el aire que penetra debajo mediante conductos indicados en el corte por A B (fig. 202), y las paredes, puente y puentecillo, merced á corrientes de agua fría, conducidas por tubos desde la cañería general.

El laboratorio se halla separado del hogar por el puente, cuya

altura sobre la plaza es 0,26 m., y más allá hay otra más pequeña que se denomina *hornillo*.

La parrilla está inclinada, como se ve en la fig. 202, formada por barrotes de 0,68 m. de longitud, distantes entre sí 5 cm., con objeto de que en ella pueda quemarse todouno. Siendo el ancho 1,60 m., la superficie será  $1,60 \times 0,68 = 1,088 \text{ m}^2$ , y como por carga van próximamente 500 kg. de carbón, dicha superficie corresponde á 0,217 m<sup>2</sup>. por 100 kg., pues la hulla es de buena calidad. Los 16 huecos entre los barrotes ocupan  $0,68 \times 0,05 \times 16 = 0,544 \text{ m}^2$ , que equivalen á la mitad de la superficie total de la parrilla.

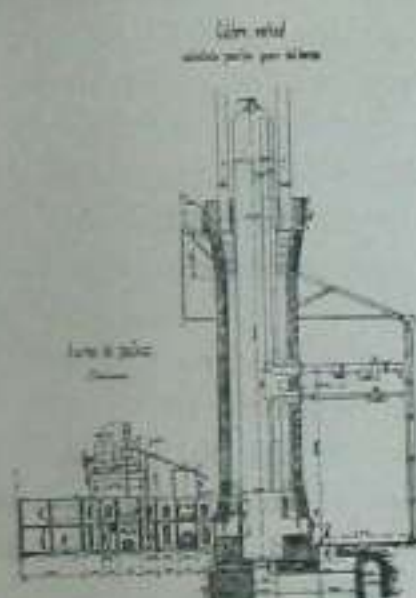
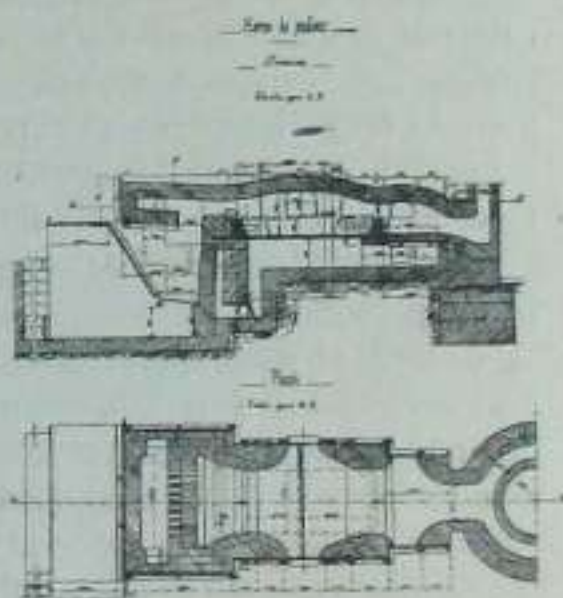


FIG. 201.



FIGS. 202 y 203.

La altura de la bóveda, medida en el centro del horno, es 0,75 m., y sobre el puentecillo 0,24. El tragante tiene un ancho de 0,45 m. á la salida del hornillo.

La operación que hemos seguido paso á paso, por ser una de las fábricas en que mejor se practica, se efectúa del modo siguiente: Al verificarse el relevo de las brigadas de pudeladores, es decir, á las seis de la mañana y á las seis de la tarde, procuran los maestros salientes tener concluida su tarea y cargado el hornillo ó segunda plaza con unos 600 kg. de lingote atruchado ó gris claro, que es el que allí generalmente afinan.

Al hacerse cargo del horno el maestro entrante, comienza por preparar la guarnición arrojando al centro de la plaza campanil en



trozos de 20 á 30 cm<sup>3</sup>., más pequeños hacia las puertas, é iguala el todo con la pala. Esta operación preliminar, de gran importancia y en que despliegan los maestros de Mieres mucha habilidad, dura ocho á diez minutos, tiempo no muy largo si se observa que la efectúa un solo hombre. La guarnición se repone solamente al comenzar la entrada, pues en las restantes operaciones del día, prepara la plaza con batiduras del martillo-pilón, fragmentos de bolas, etc., y algo también de mineral, pero no en tan gran cantidad.

Preparado el horno y puestos al rojo los 600 kg. de arrabio, que en lingotes de 25 á 30 se depositaron con anterioridad en la segunda plaza, se hacen pasar á la primera por encima del puentecillo, cuidando de que ocupen el centro, y se añaden de 120 á 150 kg. de campanil por carga. Hecho esto se cierra la puerta de trabajo, se aviva el fuego, hurgando la parrilla y abriendo el registro de la chimenea; á los veinte ó treinta minutos se hace pastosa la mezcla, fundiéndose en un tiempo variable con la calidad del lingote, pero que comunmente no pasa de una hora, como no se trate de arrabio gris superior.

Fundido el baño comienza el batido ó verdadero pudelado, el cual se efectúa en Mieres mecánicamente. El aparato pertenece á los de tipo alternativo y aparece colocado en la fig. 201. Consiste en cilindros, dentro de los cuales actúan unos émbolos, movidos por vapor, procedente de la caldera vertical, de 13 m. de altura, que ocupa la derecha del grabado, alimentada por los gases desprendidos del horno. Dichos émbolos, por cambios de movimiento análogos á los que efectúa el conocido aparato Lemut, reproduce en los espetones ó *ganchos* colgados de unas horquillas, el movimiento de vaivén y el circular alternativo, efectuado por el pudelador, sin que éste se halle expuesto al calor insoportable del horno, ni sufra en este penoso periodo la fatiga consiguiente.

El pudelado mecánico, más humanitario que económico, si se atiende á su costosa instalación, se efectúa con ganchos más cortos que los ordinarios y dura de diez á treinta minutos, según la calidad del arrabio.

Pasado el período de *escorificación*, en que se oxidan el Si, el Mn y después el Ph, constituyendo escorias muy fluidas, que el obrero hace salir por un agujero especial antes que la reducción producida por el CO haga pasar el Ph al metal afinado, empieza el

período de *hervor*, en que, al quemarse el C, se desprenden llamas azules de la masa y ésta sube tumultuosamente hasta derramarse muchas veces la escoria fuera del horno. A medida que el C desaparece, el baño se va haciendo más infusible y por lo tanto más denso; el batido mecánico se verifica con dificultad y el maestro detiene el aparato, concluyendo á mano con ganchos más largos, que maneja, desde mayor distancia, valiéndose de una pequeña abertura de 0,10 m. de lado, practicada en la parte baja del cierre de la puerta. Al cabo de unos cinco minutos se calienta el gancho hasta el punto de que no se puede sostener en la mano por el otro extremo, y la parte que penetra en el baño hallándose al rojo blanco, no ofrece rigidez suficiente para producir el batido, habiendo necesidad de introducirlos en un recipiente lleno de agua que se tiene á la mano. El número de ganchos inmersos indica á los obreros la duración del período y la mayor ó menor pureza del hierro obtenido.

Cuando el batido es imposible á causa de la coherencia del baño, está tranquilo ya y toma el aspecto de una coliflor, comienza el período de *bolas*, formándose éstas con el mismo gancho ó un espetón cilíndrico por un extremo y prismáticorectangular por otro, de unos 2,50 m. de largo, terminado en bisel, llamado *paletilla*, según haya necesidad de reunir ó disgregar la masa. Para ello, después de reunir los trozos dispersos, se trazan sobre la superficie varios surcos, cruzados de tal modo, que cada cuadrilátero corresponda al tamaño de una bola; se *pinchan* éstas con la paletilla, se les da vueltas, en que aumentan de volumen, agregándose por soldadura los pequeños trozos de hierro hasta adquirir un peso máximo de 35 kilogramos, arrimándolas mientras se forman las demás al *tubo de la alquitara*, zona de máxima temperatura en el horno, pues es el conducto que lleva el calor desde la parrilla al puente, donde merced al aumento de fusibilidad que se origina, se expulsan naturalmente las escorias, y todavía más, si se comprimen las bolas con el mismo espetón.

Después se cierran las puertas, se da un golpe de fuego y á una orden del maestro, se aproxima un carrito formado toscamente de barras de hierro, conducido por un obrero y mediante unas tenazas se deposita en él la bola más próxima, que rápida é inmediatamente se conduce al martillo-pilón más cercano para cinglarla. Lo mismo se practica sucesivamente con las demás, cuidando durante este

tiempo, que debe ser el más corto posible, de mantener elevada la temperatura del horno.

El *cinglado* se verifica con martillos pilones de doble efecto, movidos por vapor procedente de las calderas anexas de que hemos hablado. Volcada la bola en el yunque y cogida con unas tenazas por el maestro, recibe en distintas direcciones, con intensidad y duración variable, diferentes golpes que la hacen adquirir una forma prismática. El *tocho* resultante cogido por unas tenazas especiales y arrastrada por dos obreros, merced á la facilidad que ofrece el piso de arrabio, se lleva á los trenes de desbaste, que aparecen en la fig. 200. Todas estas operaciones han de ser muy rápidas, pues si no habría que dar una calda al prisma antes de pasarlo por los laminadores.

Dos operarios son suficientes para el manejo de cada martillo de vapor; uno lo mueve manejando las palancas á cierta distancia, y otro, que es el maestro, manipula la bola en el yunque hasta hacerla adquirir la forma y condiciones que desee. La operación es sumamente penosa por el gran número de chispas metálicas que se proyectan con violencia á cada golpe, así que se halla resguardado por una amplia pantalla, delantal y guardamanos de cuero para no sufrir graves quemaduras. Con el mismo objeto protector, hay á ambos lados del martillo una pantalla curva de palastro, que alcanza unos dos metros de altura, con objeto de resguardar de las chispas á los operarios de los dos hornos adyacentes y á los dedicados á los otros servicios.

Los trenes de desbaste cuya situación, respecto á los demás aparatos, se marca en la fig. 200, constan de dos pares de cilindros, el primero, de acanaladuras abiertas y el segundo encajadas, que hace de concluidor, movidos ambos por máquinas verticales, sistema Se-raing, provistos de grandes volantes para salvar las resistencias que tienen que vencer.

El consumo de carbón oscila entre 800 y 900 kgs. por tonelada de lingote tratada en el horno. Lo general es que sea de un 85 á un 100 por 100 del hierro producido. Realmente esta relación entre el combustible gastado y el hierro obtenido, es la que interesa conocer: referida al lingote es mucho menor, 76,6 por 100 para algún horno, 90 rara vez. El consumo de carbón influye en el jornal del maestro.

El producto varía entre 2,500 y 3,400 kgs. por jornada, ó sea 450 á 700 próximamente por carga.

La merma, desde un 5 por 100, llega á veces al 17, y se tiene muy en cuenta en el pago de los jornales, pues su importancia se halla relacionada con la permanencia excesiva de los lingotes en el hornillo donde se oxidan, falta de esmero en la formación de la plaza, en la conducción del horno y otros defectos que prueban falta de atención ó inteligencia en los operarios.

Las bolas, después de cingladas, se denominan *tochos*, y pasados éstos por el laminador constituyen el *hierro basto*. Cuando ha de recibir usos especiales sufre el *empaquetado*.

Los hierros se clasifican en *Mieres* dentro de dos grandes clases respecto á su calidad y textura: *hierro superior ó de grano* y *hierro ordinario*, subdividiéndose ambos en tres categorías: de 1.<sup>a</sup>, de 2.<sup>a</sup> y de 3.<sup>a</sup>

De los doce hornos de bolas instalados en el taller sólo había once dispuestos para este fin, pues uno de ellos se hallaba dedicado á caldear los tochos procedentes del horno Martín-Siémens. Cada reverbero estaba servido por el primer maestro en una puerta, el segundo en la otra, cada cual con su ayudante, de los que uno cuida del hogar. El número total de operarios en los once hornos es el siguiente:

*En los hornos.* — Once primeros maestros, once segundos, veintidos ayudantes y cuatro muchachos para el arrastre de los carritos de bolas.

*Martillos pilones.* — Dos maestros cingladores y dos ayudantes.

*Trenes de desbaste.* — Dos primeros oficiales, cuatro ayudantes y dos pinches para el gancho que sostiene los *blooms* al pasarlos de un tren á otro.

*Horno de caldas.* — Un primer maestro, dos ayudantes, de los cuales uno hace la descarga y conduce los tochos calientes á los laminadores en un carrito de dos ruedas, más alto y de mayor longitud que los empleados para el transporte de bolas.

Hay destinados, además, al servicio del taller dos maquinistas y cuatro ayudantes engrasadores encargados de vigilar las calderas verticales, las tuberías de agua y vapor á más de reparar los diversos motores de que hablamos. Como servicios accesorios que verifican en este y otros talleres fuera del recinto, hay vagoneros dedi-

cados al transporte de la hulla, cargadores de lingote y de mineral, basculeros que pesan las cargas, herreros para reparaciones, etc.

De los 20 hornos, entre sencillos y dobles, de que dispone *La Felguera*, funcionaban ocho dobles es decir 16 ordinarios, dispuestos en pares, acoplados con caldera central, caldeada por los gases de cada par.

Emplean 250 kg. de lingote en cada operación, verificándose siete en doce horas, en cuyo tiempo se agregan también, en suma, 120 de campanil. Las parrillas son escalonadas y se consume en ellas dos toneladas de carbón menudo por carga, constituyendo verdaderos gasógenos.

El batido se verifica á máquina, valiéndose de la de Lemut, y cuando se trata de hierros especiales á mano, para que la inteligencia del obrero supla los defectos de la operación.

Cada horno tiene uno ó dos maestros, según trabajen de uno ú otro modo, que ganan de 4 á 5 pesetas por entrada, y dos recibidores, cada uno pagados, según sean primeros ó segundos, con 2,50 y 3.

La operación, que origina un 14 por 100 de merma, produce cuatro bolas, que conducidas, como más adelante dijimos, se cinglan en martillos-pilones, uno de 10 toneladas: se pasan después por el tren de desbaste y por otro duo, movido por la misma máquina de vapor horizontal, de 60 ó 70 caballos de potencia, saliendo convertidos en *hierro basto*. Este se trocea con tijeras mecánicas y empaquetándolo convenientemente, se caldea en hornos especiales, para someterlos á los aparatos que han de fabricar hierros del comercio, de que á su tiempo trataremos.

Los martillos-pilones están servidos por un maestro y un oficial que, trabajando por el número de toneladas que cinglan, vienen á distribuirse unas 11 pesetas al día. El vapor de las calderas de que antes hablamos mueve los motores y los martillos.

En la *Fábrica de Trubia*, funcionaban cuatro hornos sencillos Bicheroux, en que se pudelaba con gas, cinglándose las bolas en un martillo-pilón de dos toneladas. En la *Moreda y Gijón* siete (hallándose montados 10), también sencillos, del mismo sistema Bicheroux, aprovechándose los gases en calderas verticales, que iban á ser reemplazadas por otras del tipo Naeyer.

En Bilbao, á pesar de las cualidades excepcionales de sus menas, existen hornos de pudelar para la fabricación de hierros comerciales.

*Altos Hornos* tiene 14, *Vizcaya* cuatro sencillos, alimentados con hulla, y uno doble de gas proveniente de un gasógeno Harbey Biedermann, con inyector de vapor y recuperadores. Admite de 500 á 600 kgs. por carga, haciéndose cinco en doce horas, cuando quiere obtenerse hierro de primera, con un consumo de combustible de 400 kgs. por tonelada de hierro dulce. El batido se hace mecánicamente por un aparato especial análogo al de Mieres. Los hornos sencillos para fabricar hierros de primera se cargan con 250 kilogramos; pero en 12 horas admiten 10 cargas y consumen unos 800 kilogramos de hulla por tonelada; es decir, doble que los hornos de recuperación.

El pilón en que se cinglan las bolas es de doble efecto, y su maza pesa tres toneladas.

Las fábricas que obtienen sus arrabios con carbón vegetal, como las de *Santa Ana de Bolueta* (Bilbao), *Hijos de J. J. Jáuregui de Amorebieta* (Vizcaya), *Viuda de Urigoitia é Hija*, en Araya (Alava), *Hijos de Romualdo García*, titulada *San Pedro*, en Elgoibar (Guipúzcoa), y la del Bidasoa, en Vera (Navarra), pudelan sus lingotes en hornos sencillos ó dobles, con ó sin aparato mecánico para verificar el batido, calentados en su mayor parte con los gases recogidos de los hornos altos después de depurados en aparatos hidráulicos, entre los que descuella el de Langlade.

Antiguas ferrerías, en su mayor parte, cinglan, martillan y laminan, valiéndose de motores hidráulicos, obteniendo hierros dulces de condiciones excepcionales, y en algunas, aceros fundidos, como luego veremos.

---



## SISTEMA NEUMÁTICO

---

*Grandes y pequeños* convertidores funcionan en la región que nos ocupa.

La Sociedad *Altos Hornos* tiene en su fábrica de Baracaldo (Bilbao) una instalación a la americana del tipo *Bessemer*, montada por el ya citado Mr. E. W. Richards, en marcha desde principios del año 1885.

Consta de dos convertidores (hay sitio para tres) de 4,24 m. de alto, 2,74 de diámetro medio, capaces de contener cada uno de 12 á 13 toneladas.

El revestido, antes de ladrillos refractarios ingleses en la panza y cuello, se hace hoy con sillarejos de Galdácano, labrados á contralecho, á fin de que ofrezcan mayor resistencia, unidos con un mortero compuesto de ladrillo molido y un quinto de arcilla.

Los fondos se disponen en tres hiladas superpuestas, cuyo espesor respectivo es 31, 35 y 39 cm.

Las toberas son de arcilla cocida, forma ordinaria, tienen 0,69 m. de longitud, proceden de la casa inglesa de Masson y cuestan 4,50 pesetas cada una. El número de éstas, que encierra un fondo, es 17, con nueve perforaciones cada una, de modo que existen 153 chorros de aire por convertidor. El diámetro de los agujeros es de 9 milímetros. Cuando una tobera se desgasta hasta tener menos de 9 cm. de larga, se reemplaza por otra.

Una vez calentada la retorta del modo ordinario, se vierte el contenido de las cucharas, que vienen directamente del horno alto en una plataforma ó *mesilla*, haciéndolas ascender hasta la boca por medio de un elevador hidráulico. La carga, que puede llegar á 11  $\frac{1}{2}$  toneladas de arrabio, no pasa generalmente de 9  $\frac{1}{2}$ , tratándose de fabricar acero.



El soplado dura unos veinte minutos a la presión de 25 libras inglesas por pulgada cuadrada, ó sean dos atmósferas escasas, merced al esfuerzo de dos máquinas, sistema Galloway, en que cada émbolo, de 1,07 m. de diámetro, recorre 1,52, dando su volante 34 á 36 vueltas por minuto. Las válvulas son de acero torneado, redondas y guiadas en su centro.

Tanto la cuchara de descarga como las grúas necesarias para el manejo de las lingoteras, se mueven por medio de un acumulador Armstrong, de 40 á 60 atmósferas de potencia normal, graduado por un contrapeso de unas 100 toneladas de lingote y de 5,75 m. de corrida.

La maniobra de las retortas y de las grúas, así como el soplado, se hace desde una tribuna lateral llamada *púlpito*, por obreros que manejan las palancas conectadas con los aparatos transmisores.

Se trabaja de seis de la mañana á seis de la tarde, y en este tiempo se hacen 16 operaciones, por término medio, con el personal siguiente: Dos contramaestres, que devengan de 300 á 280 pesetas al mes, un maestro y tres garzones en la plataforma, un maestro y un garzón en el cubilote del *spiegel-eisen*, un maquinista primero y un segundo; engrasador y dos pinches en el *púlpito*, un maestro y tres garzones en la grúa central, un calentador en el gasógeno Wilson para caldear la cuchara, un albañil y tres peones para revestirlas, un maestro y tres garzones para cada uno de los dos pescantes, un machacador para pruebas y herramientas, que, con los auxiliares necesarios para los demás servicios, suman un total de 87 obreros.

El comienzo, marcha y adiciones de la operación son conocidos, pues son las de la variante ácida; es decir, del procedimiento de Bessemer en toda su pureza. El final se determina por el cumplimiento de todos los períodos, que acusan el aspecto del penacho, ruido del viento, etc., un espectroscopio de bolsillo que manejan el maestro y el ayudante, además de los ensayos directos correspondientes.

La fosa circular de colada, que allí llaman *pozo*, está convenientemente provista de grúas para el manejo de los moldes, y la cuchara, sostenida por otra especial dotada de movimiento giratorio, comunicado desde el *púlpito*.

Dicha cuchara tiene su válvula cónica, manejada desde fuera, como es corriente, por un vástago de hierro recubierto por cilindros de arcilla (*caña*).

El taller de fondos, de tanta importancia en la fabricación por el reemplazo frecuente que hay que hacer de ellos, tiene dos muclas verticales de arrabio fundido en concha rotatorias y dornajo fijo, dos molinos para pulverizar restos de ladrillos calcinados y toberas, que con tierra de Miravilla forman los morteros refractarios, fondos y tapones; cinco cámaras caldeadas con combustible sólido para secar los fondos; un gasógeno especial de Wilson, para desecar a un tiempo el revestido de tres cucharas, si es preciso; dos fraguas, un martillo-pilón para pruebas y reparaciones, almacenes de toberas, ladrillos y otros productos refractarios, etc.

Los fondos se fabrican con una mezcla compuesta de un cesto de arcilla y siete de arena de Bríbiesca, comprimida con dos pisones, uno de base cuadrada y otro curva, con objeto de apretar la masa alrededor de las toberas. Después de formados y oreados, se introducen en las cinco cámaras precitadas, en que por medio de combustible sólido se desecan, en el tiempo necesario, 12 fondos a la vez. Una vez secos se colocan sobre la mesilla que los conduce, por ferrocarril, hasta el convertidor, al cual se elevan por grúas y se sujetan á él por medio de chavetas.

Los tapones se elaboran con un cesto de arcilla y tres de toberas molidas; el mortero para los convertidores está formado de uno de arcilla y cuatro de ladrillo molido.

Tuvimos ocasión de examinar, durante nuestra visita, ladrillos refractarios fabricados en el mismo taller por vía de ensayo, de excelente aspecto.

Para el caso de que el arrabio, por una causa cualquiera, no pudiera venir directamente del horno alto, hay dos grandes cubilotes para fundir el arrabio que ha de alimentar los convertidores, y al nivel de éstos, hay otros tres para la fusión del ferromanganeso.

Los convertidores se hallan situados á suficiente altura para que puedan girar completamente, merced á máquinas de vapor apropiadas.

Ya dijimos cómo se formaban las parvas y las clases diferentes de arrabio producidas por los hornos altos de la fábrica. Si se pudiera regular exactamente la marcha de éstos, se tomaría siempre lingote núm. 3 para fabricar aceros dulces por el procedimiento de Bessemer, y núm. 4 para semiduros y duros. El únicamente

exceptuado es el núm. 5, flojo, picado y blanco, pues resultando de una mala marcha, como expresamos á su tiempo, tienen poco silicio y mucho azufre.

El acero obtenido se clasifica de este modo:

NOMBRES	NÚMEROS	CARGA DE RUPTURA por mm <sup>2</sup> .	CARBONO Por 100.
Extradulce...	"	35 á 40 kilogramos.	0,08 á 0,011
Dulce.....	0	40 á 45 "	0,11 á 0,14
".....	0	45 á 50 "	0,14 á 0,17
Semidulce....	1	50 á 55 "	0,17 á 0,22
Semiduro....	2	55 á 60 "	0,22 á 0,26
Duro.....	2 1/2	60 á 65 "	0,26 á 0,29
".....	3	65 á 75 "	0,29 á 0,33

El cuadro precedente obedece á la cantidad de carbono contenida; el manganeso varía de 0,30 por 100 en acero dulce á 0,60 en los duros.

Los alargamientos obtenidos en las barretas de ensayo son muy variables, habiendo llegado á veces á 30 por 100 en aceros extradulces, 20 á 26 en los dulces y semidulces, y 12 á 16 en los duros (1).

Tanto esta clasificación, como la que dimos precedentemente de los arrabios elaborados en aquel establecimiento, representan una composición media.

En suma, la instalación Bessemer, de *Altos Hornos*, única en España, está hecha con todas las condiciones necesarias para una producción muy superior á la que hasta ahora ha alcanzado la fábrica.

No creemos necesario insistir respecto á pormenores de un pro-

(1) Debemos estos datos al ilustrado ingeniero de minas D. Fernando Molina, Jefe de la fabricación de aceros en la fábrica que nos ocupa.



FIGURE 305





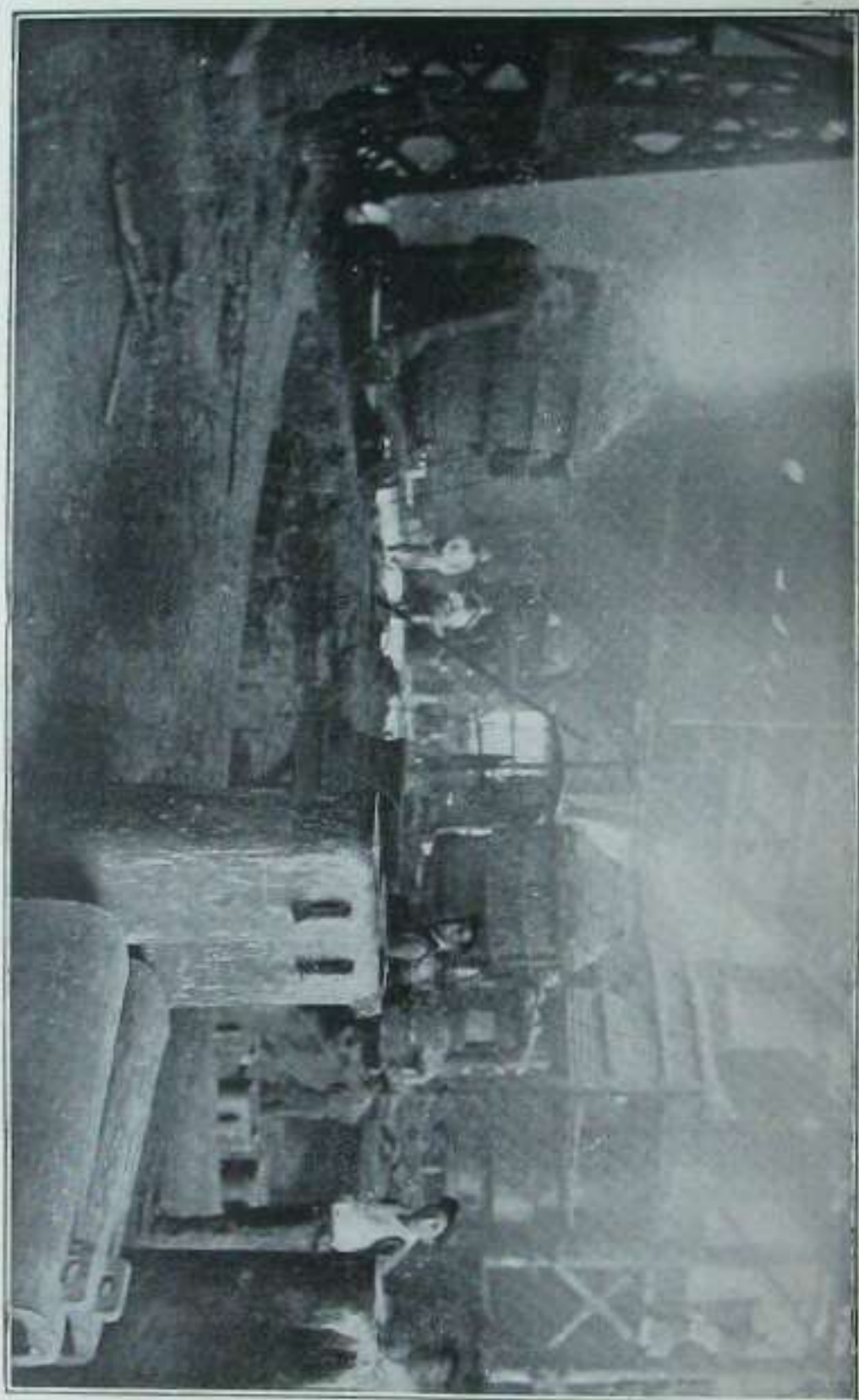


FIGURE 204

cedimiento conocido, limitándonos á consignar que la instalación costó próximamente un millón de pesetas.

El sistema neumático se halla representado también en la *Vizcaya* por cinco convertidores de la patente Robert, de los cuales dos funcionan constantemente.

En un principio se instalaron tres de 2.500 kg. de capacidad por operación; pero visto su buen resultado, después de la primera colada hecha en Febrero de 1892, se decidió aumentar su número y cabida elevándola á cinco toneladas.

Ni en su forma (figs. 204 y 205), ni en su revestido, ni en la manera de efectuar la operación, difieren de los de Bessemer; sólo en un menor volumen y condiciones especiales, se apartan de los grandes convertidores.

La inyección del viento, peculiar del sistema, se verifica por toberas horizontales colocadas oblicuamente respecto á la superficie del baño sobre que actúa, imprimiéndole un movimiento rotatorio, muy á propósito para el batido. Esta disposición hace posible verificar el afino con la presión á que entra el aire en los hornos altos en vez de elevarla á un metro y más de azogue, para contrarrestar la tendencia del baño á pasar por los agujeros de tobera cuando son verticales.

Las retortas de Robert son giratorias alrededor de un eje horizontal, constituido por dos muñones; al comenzar la operación se la inclina, actuando dos hombres sobre una cigüeña lateral, de manera que las toberas queden fuera del baño, acercándolas después poco á poco durante el afino para que todas las moléculas de arrabio se vean obligadas á sufrir la acción oxidante del aire. De este modo la operación se lleva á cabo análogamente á como se efectúa en los convertidores de corriente inferior, sin necesidad de máquinas soplantes especiales.

Los convertidores de Robert no exigen, como los de Bessemer, instalación fija á propósito, grúas, acumuladores, etc.; cada uno, montado en una armadura de no mucho peso, provista de ruedas en su parte inferior, puede trasladarse donde sea necesario, colar sobre el mismo emplazamiento del molde, sin tener que transportar éste, etc., lo cual es cómodo y económico.

El personal, fuera del maestro y ayudantes, es muy reducido, pues cuando es preciso se echa mano de obreros dedicados á otros servicios.



Los convertidores están contruidos de chapa y roblonados como los de Bessemer, revestidos del modo ordinario, divididos en fondo, panza y cuello, lo mismo que los grandes, ó en dos partes solamente, pues se desgastan menos. Las toberas inclinadas contenidas en la caja de viento lateral son de fácil reemplazo.

Una retorta puesta en la *Viscaya* unas 2.000 pesetas, puede producir 100 toneladas de acero en doce horas y paga una peseta de patente por tonelada producida.

Su poco coste de adquirir é instalar, así como la rapidez de su marcha (unos dieciocho minutos por operación) unido á la facilidad de ser transportado hasta los moldes, montado sobre una plataforma de ferrocarril, hacen del convertidor Robert un aparato sumamente á propósito para los talleres de acero moldeado.

Si á esto se agrega que es intermitente, es decir, que se puede detener y poner nuevamente en marcha fácilmente, y con poco gasto, y el baño conserva durante mucho tiempo una gran temperatura, se comprende la preferencia que han dado al Robert los *Talleres de Deusto*, donde con su auxilio, mediante adiciones finales convenientes, se obtienen objetos de acero moldeado con destino á la marina, maquinaria, minería y para la industria en general.

La *Compañía de Asturias*, en su fábrica situada á orillas del Nalón, frente á la estación de La Felguera, tiene dos pequeños convertidores debidos á *Piat*.

Constan de un cubilote de una tonelada de cabida, debajo del cual hay un convertidor de 700 kg., adonde cae directamente el arrabio después de fundido y al cual accede una corriente de viento frío inyectada por toberas laterales á 35 cm. H g. de presión, originada por un ventilador especial.

Si el acero neumático producido no llena las condiciones necesarias para los objetos que se trata de fabricar, aún puede lograrse más homogéneo, puesto que debajo del convertidor hay un crisol de arcilla grafitosa, rodeado de brasas, como el del conocido horno portátil del mismo autor, en que acaba de adquirir las condiciones más precisas que exija el comercio y en el que pueden fabricarse aceros especiales con adiciones convenientes.

Cada horno completo ocupa una área de un metro cuadrado y una altura de poco más de tres.

En suma, es un aparato cuyo fin es obtener directamente del

lingote acero refundido ó de crisol, y como intermedio, el neumático ó de Bessemer, si bien en pequeña cantidad.

No hemos visto funcionar esta ingeniosa combinación, en que pudieran lograrse diferentes clases de acero; pero como aparecen en uso fuera de este país los convertidores Waldrand y Legénisel, que transforman hasta 250 kg. de arrabio silíceo con adición de ferrosilicio, antes de concluir hemos creído deber consignar su existencia, sobre todo tratándose de una novedad en España.

*La Maquinista Guipuzcoana* tiene en sus talleres de Beasaín un convertidor para acero de 350 kg.



## SISTEMA DE REACCIÓN

---

La fabricación del acero por reacción entre el hierro y el arrabio, conocida de antiguo (1), fué llevada al terreno industrial por Pedro Emilio Martín en 1865, merced al horno inventado por Siemens; así que estos dos nombres tienen que permanecer en siderurgia perpetuamente unidos.

El principio de la regeneración del calor en que apoyó su horno Guillermo Siemens se debe á Lope Saavedra Barba, que lo aplicó por primera vez en los hornos para destilación de azogue construídos en Guancavelica (Perú) el año 1633, y trece años más tarde utilizó D. Juan Alfonso de Bustamante, en los que aún llevan su nombre en Almadén (2); el de reversión y caldeo del aire, á Sterling (1817); el empleo industrial del combustible gaseoso, á Laming, treinta años más tarde; lo que sólo á él le estuvo dado, perpetuando su nombre á la cabeza de los más ilustres siderólogos, fué reunir todos estos elementos dispersos y calentando no sólo el comburente, como se venía haciendo hasta entonces, sino el *combustible* también, dotar á la industria del horno de mayor energía de su tiempo y aun hoy, fuera de los eléctricos, del que produce más calor.

Muerto Siemens, su hermano y colaborador Federico continuando el camino emprendido, modificó el horno primitivo, introduciendo en él notables alteraciones, entre ellas elevando su bóveda para

---

(1) Venancio Beringucio, *Pirotechnia*, Venecia, 1540; Reaumur, *Fabrication de l'acier*, Paris, 1722.

(2) Escosura, *Historia del tratamiento metalúrgico del azogue en España*, Madrid, 1878.

hacerlo de radiación y aprovechar racionalmente el efecto útil del combustible (1).

Al producto suele denominarse impropriamente *acero ó hierro de solera*, cuando sobre solera se obtiene también el pudelado, *acero Martín-Siemens*, que es muy largo, ó sencillamente *hierro ó acero Martín*, que será como le designaremos en esta Memoria.

## PROCEDIMIENTO MARTIN-SIEMENS

De todos los adoptados para la obtención del hierro y acero fundidos, el procedimiento de Martín y Siemens, con sus variantes de ácido ó básico, según la calidad del lingote y del producto final, es el que más extendido hemos visto en las provincias de que nos ocupamos.

No hay fábrica de alguna importancia, ya transformada ya construída de nueva planta, que no tenga por lo menos un horno Siemens-Martín de mayor ó menor cabida y con instalación más ó menos completa.

Los mayores que hoy están en marcha son los de *Mieres* y *Trubia*, que alcanzan unas 16 toneladas de capacidad. Ambos son modernos, de calor reflejado, es decir, de bóveda cóncava, con adiciones rectilíneas correspondientes á los conductos laterales de entrada de gases, revestidos y engatillados convenientemente, fosa de descarga lineal y alimentados por gases obtenidos en gasógenos Siemens.

En lo que difieren esencialmente es en la calidad del producto final, pues mientras que en Trubia se elabora acero de moldeo, empleando lingote muy fino y siguiendo la variante ácida; en Mieres se valen de lingote del país y adoptan la básica para lograr hierros más puros y descarbonados, necesarios en las construcciones metálicas á que se dedican.

La bóveda está construída con ladrillos silíceos ingleses, que

---

(1) Clemencín, *Altas temperaturas en Metalurgia*, Revista Minera, tomo XXXVIII, pág. 188.

aunque caros, tienen mayor duración. Los de Dinás salen en la comarca á una peseta próximamente cada uno.

La plaza es neutra; se halla formada de mampuestos de cromita, unidos por un mortero, compuesto de polvo del mineral, cal y agua, ó simplemente por la primera y la última de estas substancias, como sucede en Mieres. Toda ella está sostenida por columnas, así que el aire que accede fácilmente por debajo, la refresca; el revestido es de chapas de arrabio de dos ó más centímetros de espesor, unidas por un engatillado de carriles, sujetos por tuercas sobre resortes metálicos en espiral.

No se sigue ni el llamado por los ingleses *Scrap process*, ni tampoco el *Ore process*, sino el conocido con el nombre de *Pig and Ore process*, que consiste en agregar con el hierro dulce un poco de mena muy pura.

Natural parece que, tratándose de nuestro país, en que las menas puras abundan y en que las de Bilbao se exportan al extranjero para este fin como superiores en sus funciones de reactivo á las de Elba, Mokta y aun á las de Marbella que son más densas, procuráramos valernos como más barato del *Ore process*, pero esta baratura evidente de la mena respecto al *retal*, cada día más caro, que hay que traer de todas partes de España incluso de Madrid y á veces del extranjero, resulta ilusoria en relación al aumento de gastos de reparación que origina el tumultuoso hervor del baño al corroer el revestido del laboratorio y con sus salpicaduras alterar la duración de los conductos comprometiendo la estabilidad de la bóveda.

Cada fábrica necesita, por lo tanto, hacer sus tanteos y estudios prácticos, para deducir cuál sea la proporción de primeras materias más apropiada á su caso particular.

La carga que se emplea en *Mieres*, en números redondos, suele ser la siguiente:

Lingote. . . . .	6 000 kilogramos.
Chatarra. . . . .	3.500 "
Retal. . . . .	2.500 "

Entendiéndose por *chatarra* el hierro dulce viejo, feo, sucio, que es lo que significa en vascoence, cubierto de orín ó herrumbre, cuyo

oxígeno nos ha de servir como reactivo, y *retal* los desechos, retazos ó recortes procedentes de carriles, viguería, etc., generalmente de acero más ó menos dulce, que ha de reaccionar sobre el arrabio sólo por el hierro que contiene. En Asturias suele llamarse á todo *retal* y en Bilbao *chatarra*, indicándose después si es de hierro dulce ó de acero.

Una vez caldeado el horno y seguros de la buena marcha del gas y del aire, se comienza por cubrir la plaza neutra de una capa de caliza que á los diez ó quince minutos, transformada en cal, forma la solera básica. Después se introduce parte del lingote en trozos arrojados á mano y por medio de palas procurando aproximarle á los puentes, luego la casi totalidad del *retal* y la *chatarra* acumulándola en medio, para que á ella acuda el arrabio después de fundido y se verifiquen las reacciones correspondientes.

Inviértense dos horas en la carga y cuatro en la fusión total de las materias.

Las reacciones, que al principio sólo se manifiestan en algunos puntos, se generalizan después en todo el baño y el óxido de carbono, al desprenderse en burbujas, lo agita y revuelve.

Evacuada la mayor parte de la escoria, pues siempre quedan algunos centímetros sobre el baño, cuando ya no sobrenadan fragmentos sólidos aglomerados de mena y cal, y está aquel bien fluido, se completa la carga agregando con la pala el resto del lingote acompañado de la proporción conveniente de cal apagada, *chatarra*, *retal* y ferromanganeso.

Cuando empieza á calmarse la ebullición producida por estas materias, se hace la primer cata, suspendiendo las adiciones de cal y de ferromanganeso, así que la última muestra aplastada con el martillo y enfriada en agua se repliega en frío sobre sí misma sin rajarse ó tiene la resistencia necesaria, si no se llega á acero dulce, que es lo general.

Se agita el baño con espetones, que deben empezar á fundirse si está á la temperatura conveniente, y se hace la sangría.

La operación dura de ocho á nueve horas, empleándose en ella, á más de las materias citadas, 7 á 900 kg. de campanil y 120 á 130 de ferromanganeso.

Rara vez se valen del aluminio al hacer la colada, y cuando lo usan, es sólo en la proporción de  $\frac{1}{3,000}$ .

Este horno hace dos operaciones al día, y en cada una puede dar, con carga apropiada, hasta 15 toneladas de acero.

En la *Fábrica Nacional de Trubía*, cuyo principal objeto es obtener acero de excelente calidad para cañones, etc., sin tener tan en cuenta el precio como en la fábrica anterior, se emplea lingote de Bilbao.

Amontonados aparte en la era de trabajo, cerca del horno, el lingote, retal y chatarra, que en todo pesan, generalmente, de 11 á 12 toneladas, y preparada la solera convenientemente, no con la clásica arena inglesa sola (*Silver Sand*) ni con la de Sama que es buena, sino con una que hacen venir de Segovia, se arrojan al horno medios lingotes con una pala que el fundidor maneja y llenan alternativamente los garzones por uno y otro lado (1).

Repartido el arrabio, se echa encima el retal, haciendo que los pedazos mayores sean los más próximos á los tragantes.

Verificada la fusión á las tres ó cuatro horas de haber terminado la carga, se arreglan las válvulas de gas y aire de modo que la llama, que hasta aquí era fuliginosa para acelerar después la fusión del retal y disminuir la merma, se cambie en clara, es decir, procedente de una combustión más completa, que caliente el baño y de fluidez á la escoria antes de empezar á cargar la mena. Ésta, caliente, porque se ha apilado en trozos de 10 centímetros cúbicos lo más, en la plataforma del horno, mientras se ha fundido la carga, se introduce con una pala por las puertas de trabajo ó por la central hasta el medio del baño, en porciones de 50 á 200 kg., mientras no se produzca una ebullición activa en todos los puntos de la superficie. Cuando aquélla cesa y la escoria se levanta sólo por el óxido de carbono que al desprenderse arde con llama azul, se procede á otra carga de mineral, y así hasta tanto que las burbujas, diseminándose por la superficie, indiquen que la operación toca á su término. Entonces el fundidor toma una muestra, que enfría y parte en un yunque, apreciando por la fractura y el grano, el grado á

---

(1) La carga ya no se verifica á mano, según nuestras noticias, sino por una grúa eléctrica de Willmann, con cuatro electromotores de 25 caballos, la cual puede transportarse á sí misma á lo largo de una vía, tomar de una vagoneta un cajón que contiene tres toneladas de lingote ó chatarra, introducirlo y volcarlo dentro del horno.



que la operación llega. Cuando está á punto de colada, coloca unos 75 kg. de ferromanganeso del 80 por 100, y 200 de ferrosilicio del 12, en las puertas para que se pongan al rojo antes de agregarlos al baño. En el mismo chorro de colada se proyectan en pequeños trozos 1.400 gramos de aluminio.

El horno, alimentado por ocho gasógenos del tipo Siemens, puede producir once coladas semanales. Cada operación dura nueve horas (1).

Tanto en Mieres como en Trubia, además de apreciar las temperaturas por el conocido sistema de mirar el baño á través de vidrios azules, ya en gafas, ya dispuestos en bastidores de madera, que es más cómodo, se valen de los gemelos polarimétricos de Mrs. Mesuré et Nouel, construídos por E. Ducretel, de Paris, refiriendo las observaciones á la escala de Pouillet.

En Trubia, donde la igualdad de composición en los aceros es tan esencial, no se da la orden de colada sin que preceda, además de las pruebas mecánicas de que hemos hablado, un ensayo, por lo menos, colorímetro, que verifica un químico instalado en una caseta próxima al horno.

Vimos el resto de aquel importante establecimiento acompañados del teniente coronel de Artillería D. Leandro Cubillo, que nos dispensó, así como los demás jefes y oficiales del Cuerpo, una cariñosa acogida.

Los hornos de *La Felguera*, son más pequeños; instalados en el elegante edificio que aparece en el primer término de la fig. 206, según la patente Valton y Remaury, son de plaza neutra y no alcanzan más que unas doce toneladas de cabida. De los tres, estaba uno en reparación.

La carga es poco más ó menos la siguiente en números redondos.

Lingote. . . . .	6 toneladas.
Retal y chatarra. . . . .	5    "
Campanil de Bilbao. . . . .	2    "

Signese la variante básica, constituyendo el cordón y la solera

(1) Con posterioridad á nuestra visita se instala otro de 40 toneladas nominales, que podrá llegar á 45.

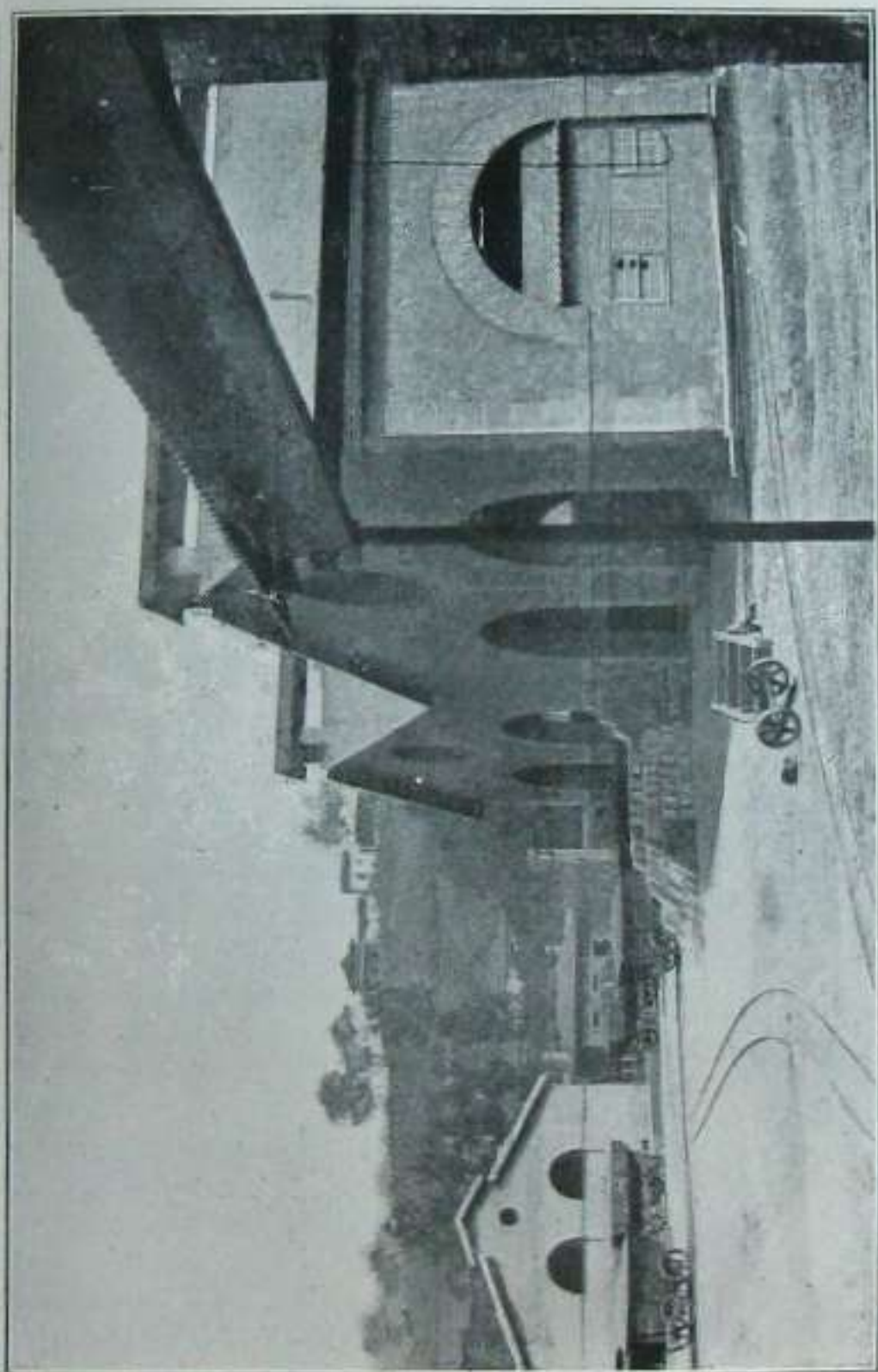


FIGURE 206



del siguiente modo: después de echar las tres ó cuatro paladas de siderocromo, necesarias para reparar los desgastes ocasionados en la plaza durante la operación anterior, y tapadas con espetones las piqueras, se introduce en el laboratorio un cuarto, á medio metro cúbico de cal obtenida en la misma fábrica y apagada con agua, con la cual se hace el cordón. Bájase después un poco la compuerta, y por el hueco que resulta entre ésta y el umbral, arrójanse nuevas paladas, hasta formar la solera.

Reparada la puerta con cal, mediante una pala más pequeña que la anterior, se da entrada á los gases y al aire, que actuando durante doce á veinte minutos dan, con el calor producido, cohesión y tersura á la solera.

El combustible se elabora en cuatro gasógenos Siemens, por horno, que consumen, entre todos, de siete á diez toneladas en veinticuatro horas de galleta de gas y carbón menudo. Antes de quemarse se depuran en un lavador del sistema Langlade.

La inversión se verifica por válvulas de mariposa.

Verifícase la operación del modo ordinario, agregando durante ella y en pequeñas porciones, hasta unas dos toneladas de campanil bilbaino, y al final 140 á 150 kg. de ferromanganeso, con la diferencia de que se efectúa un *berlingado* con un trozo de madera verde, después de cada adición, con objeto de que suba la escoria.

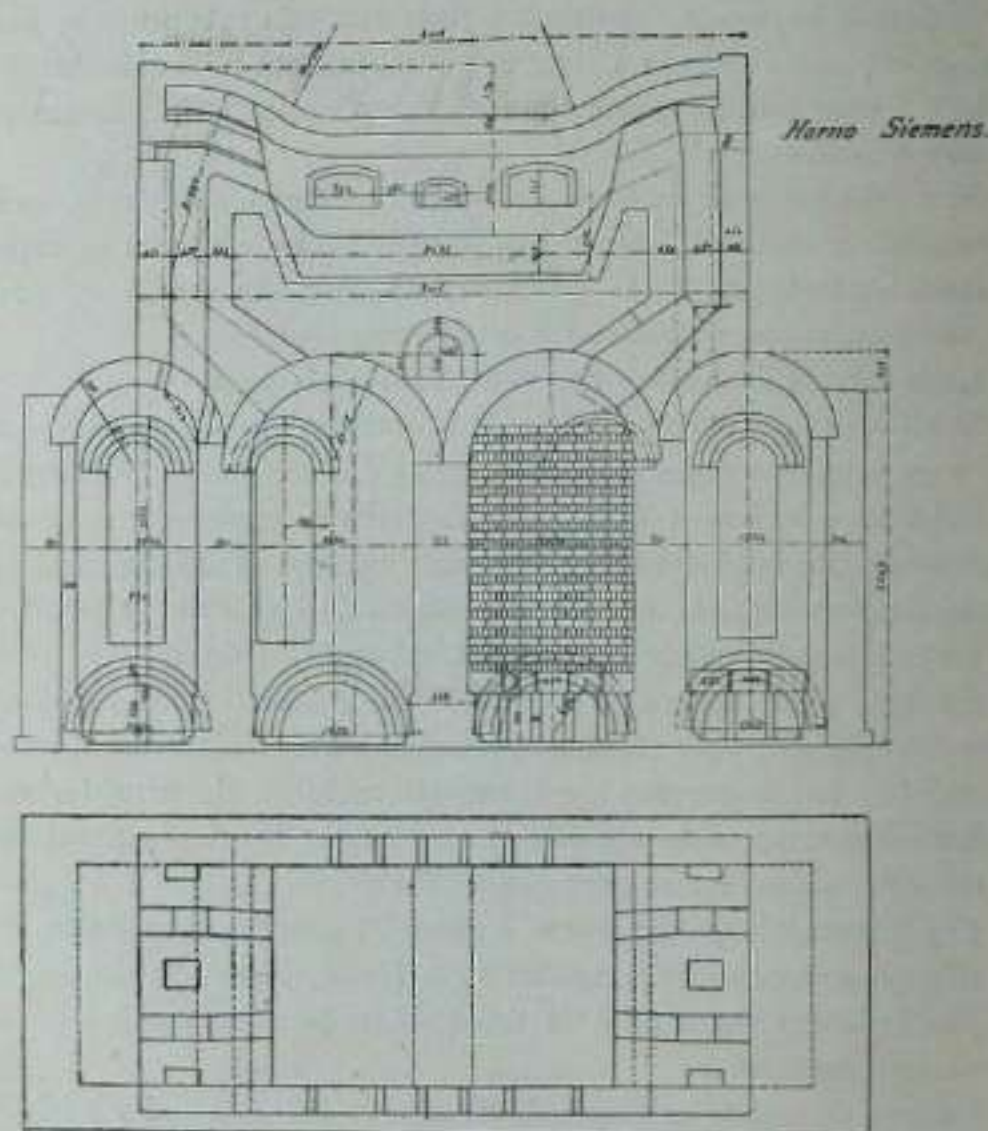
La colada puede hacerse por dos piqueras, á fin de que si se atasca una, quede la otra en disposición de efectuarla. Se verifican dos en veinticuatro horas, bien á chorro, bien en sifón ó columna ascendente. Las lingoteras son troncopiramidales, de arrabio, vaciadas verticalmente de una sola vez en moldes de arena y provistas de rebordes en sus bocas para consolidarlas.

Las lingoteras, que no duran á veces 25 coladas, son como las de Mieres, de sección rectangular ó cuadrada, según se destine el lingote de acero obtenido á la fabricación de planchas, ó á la de barras, viguetas, etc.

La fosa de colada es lineal, de 80 metros de longitud y 1,80 de ancho. Los moldes se colocan sobre plataformas, transportadas de una manera inversa ó como lo están las de los ferrocarriles; pues tienen carriles en vez de ruedas en su parte inferior, los cuales entran en las gargantas de unos rodillos, que giran libremente; piñones colocados de trecho en trecho, movidos desde el exterior

por cigüeñas, manejadas por los operarios, engranan en una cremallera longitudinal que llevan las plataformas comunicando el movimiento.

De este modo, ó se hace que la cuchara fija, colocada sobre una plataforma lateral, llene los moldes situados á lo largo de la fosa, ó se forman trenes, cuyos vehículos se ven obligados á resbalar hasta colocar las lingoteras que conducen, debajo del caño que arroja el acero fundido.



FIGURAS 207 y 208.

Este sistema es conveniente cuando se fabrica acero muy dulce, casi hierro, que se espesa pronto, pero en general origina falta de homogeneidad en el producto.

Después de verificado el moldeo, con ó sin intermedio de cucharra, el tren sigue descargándose más adelante por medio de grúas, de cuya pluma pende, por medio de una cadena, una tijera, que, introduciendo sus extremos en unos rebajos adecuados que ofrecen los moldes, los hace girar, verificándose el desmoldeo con todo el espacio necesario, sin que unas lingoteras estorben á las otras.

En Vizcaya hay diferentes hornos Martín-Siemens, repartidos en varias fábricas.

En *Altos Hornos* funciona uno (1) capaz de producir 11 toneladas por operación, habiéndose obtenido á veces 18 coladas por semana.

Es de bóveda casi plana (figs. 207, 208 y 209), con cinco conductos alternados para entrada del viento y gases; de seis puertas, dos son de carga y cuatro de servicio. Los recuperadores de  $23 \times 14 \times 6,50$  cm., están constituidos por ladrillos refractarios de Lowood, aprovechándose los que aún resultan útiles al fin de cada campaña para reparar los del aire, y poniendo solamente nuevos los del gas.

La plaza está construída con ladrillos ingleses aluminosos y de los hombrillos arriba de Dinas, no existiendo el peligro del contacto entre unos y otros, por cubrirlo la solera. Ésta, como se trabaja por el método ácido, es de arena de Requejada (Santander), que contiene 95 por 100 de sílice y 3 de alúmina.

La carga para 8  $\frac{1}{2}$  toneladas de lingote de acero está formada aproximadamente de partes iguales de arrabio y *chatarra*, á cuya mezcla se agregan en pequeñas porciones, durante el curso de la operación, de 750 á 900 kg. de campanil.

Ésta se efectúa, como de ordinario, adicionando al fin 95 kg. de ferromanganeso del 80 por 100, y cuando ha de fabricarse llantón

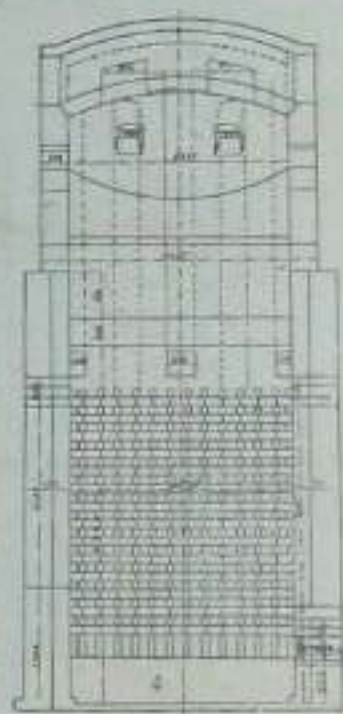
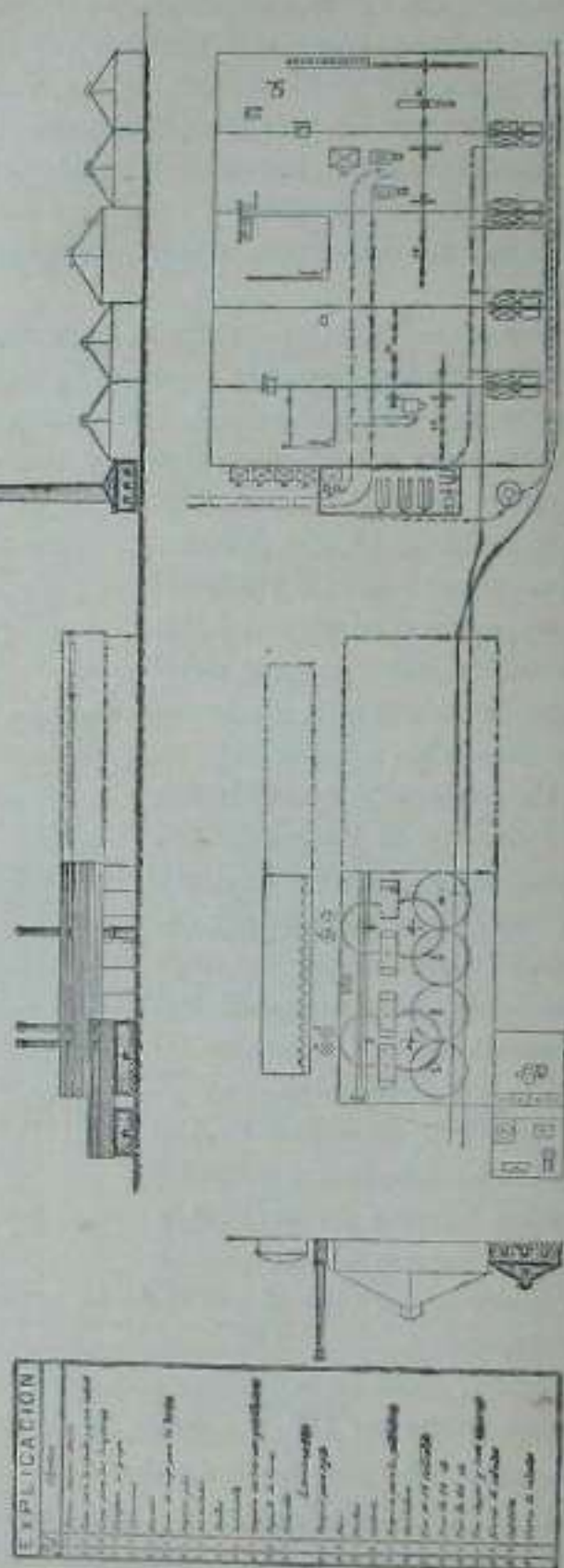


FIG. 209.

(1) Tenemos entendido que ahora existe otro en que se obtienen aceros extradulces sobre solera de dolomía.

## EMPLAZAMIENTO DE HORNOS SIEMENS MARTIN Y TRINEOS DE LAMINAR.



Figuras, 210 211, 212, 213 y 214.

para hojadelata ó aceros de cualidades especiales, suelen agregarse 250 gramos de aluminio por tonelada.

Después de la colada, que se verifica en cuchara, valiéndose de las grúas y de la fosa circular de la instalación Bessemer, que está al lado, se invierte una hora en reparar la plaza, lanzando paladas de arena de Requejada (Santander), en el interior del horno.

Maneja éste un maestro con 280 pesetas al mes, tres garzones con 200, 180 y 160, respectivamente, una yudante y cuatro peones para subir las cargas, materiales, etc. Durante la noche se quedan dos y el personal del Bessemer, que son dos obreros en la fosa de colada, ó como llaman, en el *poso*, y uno en el púlpito.

La *Viscaya* inauguró tres hornos Martín-Siemens, haciéndose la primera colada, de 10 toneladas, el 28 de Mayo de 1889. Hoy tiene cuatro cómodamente instalados, como indican las figuras 210, 211, 212, 213 y 214, dos para el procedimiento ácido y dos para el básico, de 12 toneladas de capacidad efectiva por horno.

Cada uno tiene cuatro gasógenos á su servicio, de modo que, en total, hay 16 de corriente natural, tipo Siemens.

Trataron de modificar y transformaron posteriormente tres, en gasógenos de tiro forzado producido por un inyector Koerting; pero la dificultad de limpiarlos hizo desechar la enmienda y hoy el ilustrado ingeniero de minas D. Adolfo de la Rosa, jefe del taller de aceros, se ocupa en cambiar los gasógenos de pecho abierto en otros de pecho cerrado, más prácticos, con parrilla horizontal soplada por debajo con un Koerting también. El combustible que se emplea en los actuales es el carbón menudo de Turón y todouno inglés en partes iguales. Se consumen 450 kg. por tonelada de acero.

Los gases pasan directamente á los hornos, sin lavar, pues son bastante limpios, siendo suficiente quemar los domingos las grasas y hollines que quedan adheridos á los conductos durante la semana.

Cada gasógeno tiene 2,40 m. de largo, dos de ancho, y 3,50 metros de altura.

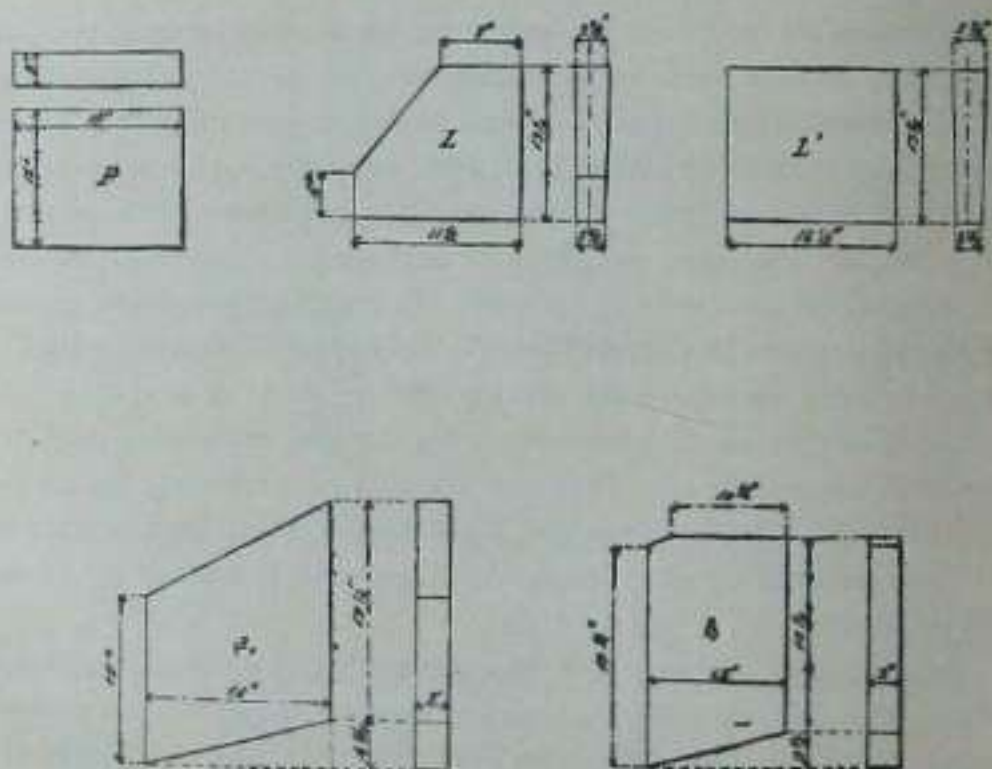
Las válvulas de inversión, son de mariposa para el aire, que, como viene frío, las refresca suficientemente; mas para los gases se deforman, se queman y hasta se funden por debajo, habiendo sido reemplazadas por válvulas de asiento convenientemente revestidas, cuyos bordes penetran en una caja de arena que rodea el conducto con objeto de hacer hermético el cierre. El Sr. La Rosa se ocupa

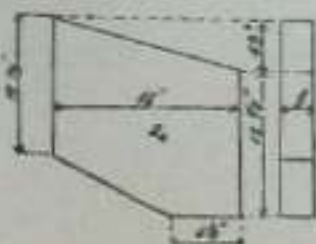
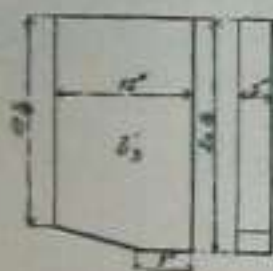
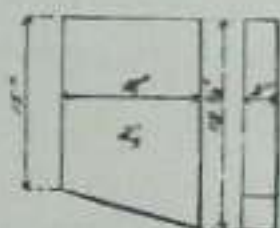
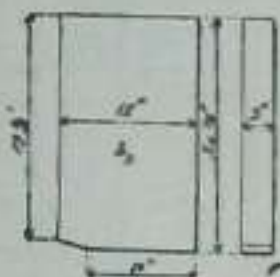
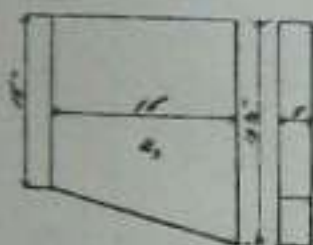
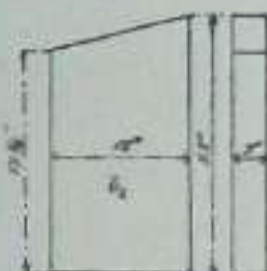
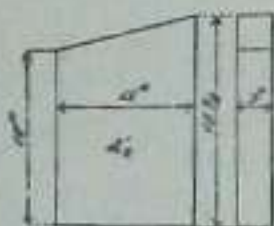
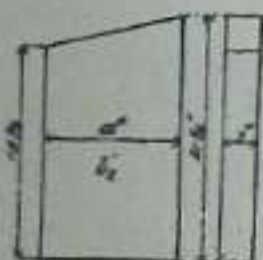
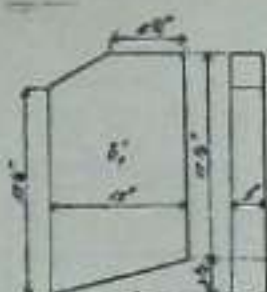
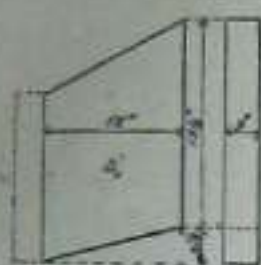


actualmente en estudios y experimentos encaminados á reemplazarlas por una especie de tubo ó capacidad hueca refrescado, merced á una corriente de agua que, entrando por un extremo, salga por el otro.

La plaza, de la forma ordinaria, tiene una superficie libre de cinco metros por 2,60. El horno presenta tres puertas en la delantera y la de sangría en la trasera, ofreciendo un frente total de paramento de 6,86 m.

Los conductos dispuestos de la manera general, van á ser modificados por dicho Sr. La Rosa de tal modo que, conservando la misma área, sean más estrechos y altos. Los actuales machones no eran suficientemente estables y los nuevos se construyen más gruesos, con objeto de que tengan mayor duración. Los ladrillos no pasan de tres pulgadas de espesor, con el fin de que se cuezan bien; son más largos y de forma especial para que no coincidan las juntas.





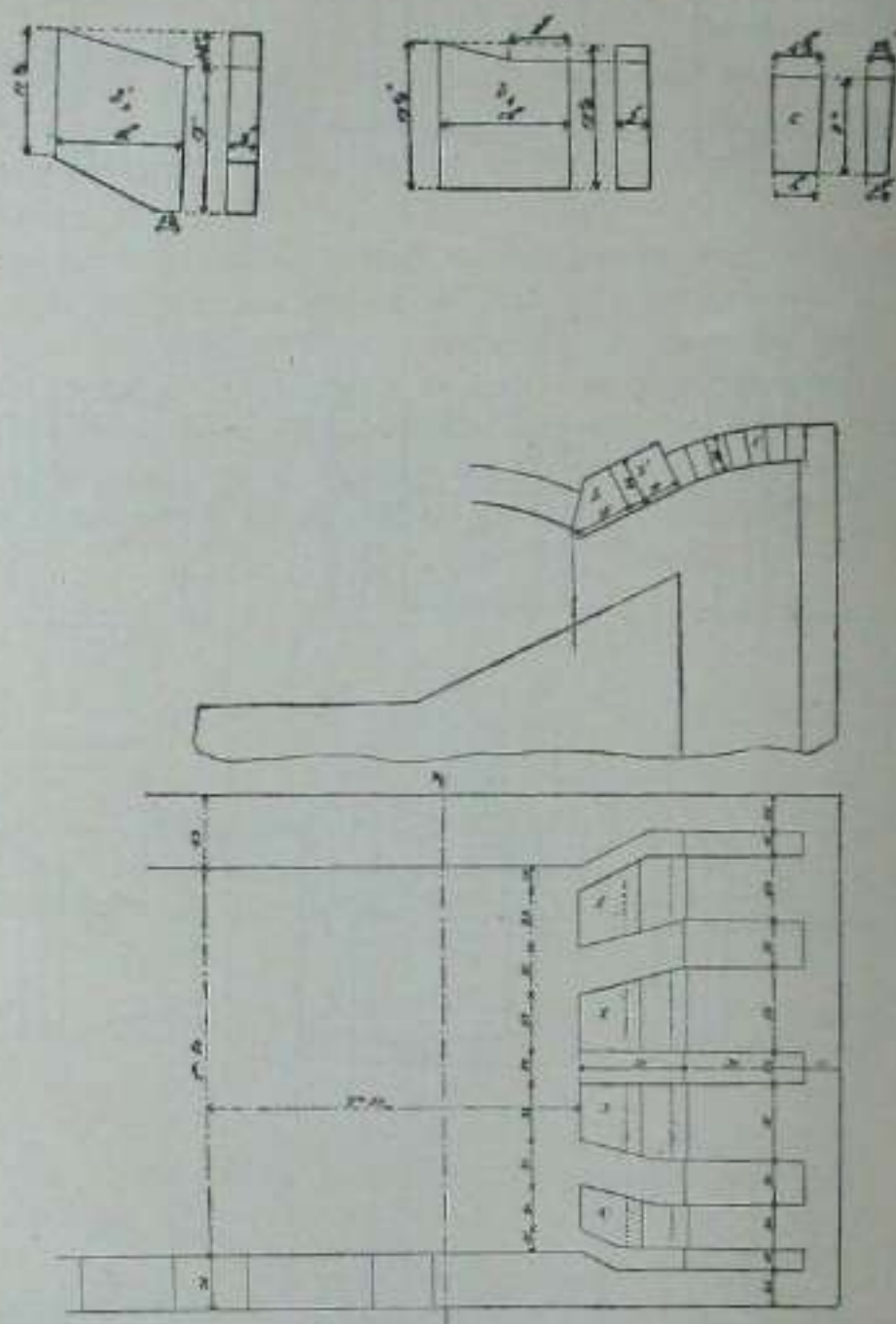


FIG. 215.

*Ladrillos necesarios para un horno.*

<i>Ladrillo marca</i>	<i>Número de piezas</i>	<i>Notas</i>
<i>p</i>	63	
<i>z</i>	40	<i>Los ladrillos</i>
<i>z'</i>	28	<i>de <math>z</math>, ocupando</i>
<i>a<sub>1</sub></i>	14	<i>en como los <math>a_1</math></i>
<i>b<sub>1</sub></i>	14	<i>y <math>b_1</math></i>
<i>a<sub>1</sub>'</i>	12	
<i>b<sub>1</sub>'</i>	12	
<i>a<sub>2</sub></i>	14	
<i>b<sub>2</sub></i>	14	
<i>a<sub>2</sub>'</i>	12	
<i>b<sub>2</sub>'</i>	12	
<i>a<sub>3</sub></i>	14	
<i>b<sub>3</sub></i>	14	
<i>a<sub>3</sub>'</i>	12	
<i>b<sub>3</sub>'</i>	12	
<i>a<sub>4</sub></i>	14	
<i>b<sub>4</sub></i>	14	
<i>a<sub>4</sub>'</i>	12	
<i>b<sub>4</sub>'</i>	12	
<i>c</i>	250	

FIG. 216

Las figuras 215 á 236 inclusive, que debemos á este inteligente ingeniero, nos dan clara idea de la disposición de los conductos de gases y del número y plantillas de los ladrillos especiales de sílice, empleados en los nuevos hornos Siemens de *La Viscaya*.

Como complemento, insertamos un modelo de un parte de fabricación:

# SOCIEDAD "VIZCAYA"

Horno « Siemens » núm. .... Parte de fabricación del día .... de .... de 18...

Horno « Siemens » núm. ....

CARGA		PRODUCCIÓN				MATERIAS AUXILIARES CONSUMIDAS			
Horas de carga.	DESIGNACIÓN DE LA CARGA	PESO Kilogramos	Horas de colada.	Número de chatarra.	PESO de los bigios. Kilogramos	VALOR	ATRIE	DESIGNACIÓN	PESO — Kilogramos
7 mañana.	Lingote núm. 3.....	3.000	5 tarde.	845	150	12.160	1,46	Mineral Escarpada.....	300
	" " 4.....	3.000					1,46	Dolomia calcinada.....	700
	" " 5.....	1.500					1,30	Piedra caliza.....	400
	" " 6.....	1.000					0,60	Cal común.....	60
	Chatarra de acero.....	5.290						Arena de Mirabilla.....	150
	Ferromanganeso.....	160						" Cruces.....	200
						12.160		" Castro.....	50
		13.950						Ladrillo mol.".....	50
			Suma.....						
7 tarde.....	Lingote núm. 3.....	2.000	5 mañana.	139	"	13.030		Mineral Escarpada.....	500
	" " 4.....	2.470						Arena de Mirabilla.....	750
	Lingoteras.....	1.830						" Cruces.....	200
	Chatarra de acero.....	7.500						" Castro.....	100
	Ferromanganeso.....	170						Ladrillo mol.".....	50
		13.970				13.030			
			Suma.....						

# CLASIFICACIÓN DE LOS ACEROS FABRICADOS EN LA "VIZCAYA,"

NOMBRES	MARCA	TEMPLE	Carga de rotura por mm. <sup>2</sup> — Kilogramos.	Alargamiento por 100, en barretas de 100 mm. de longitud.	APLICACIONES
Extradulces.....	0 00	"	34 a 38	35 a 30	Hierro dulce, palastros, herraduras, etc.
Dulces.....	00	Suave....	38 a 42	30 a 27	Soldable, vigas, tornillos, etc.
"	0	"	42 a 48	27 a 24	Construcciones navales, puentes, etc.
Semiduros.....	1	Variable..	48 a 55	24 a 20	Maquinaria, herramientas agrícolas, etc.
"	2	"	55 a 60	20 a 17	Cañones, cuchillería ordinaria, etc.
Duros.....	3	Fuerte....	60 a 65	18 a 15	Sueldan y templean, cables, etc.
"	4	"	65 a 70	15 a 12	Idem id., resortes, matrices, etc.
"	5	"	70 a 75	13 a 10	Barrenas de mina, resortes de vagones, etc.
Extraduros.....	6	"	75 a 80	11 a 8	Sierras, cuchillería, velocípedos, etc.
"	7	"	80 a 90	8 a 4	Limas, fresas, tijeras, etc.

Existen además hornos de Siemens, que funcionan más ó menos días al año según la demanda, en otras pequeñas fábricas dedicadas á la elaboración de piezas de acero moldeadas, flejes, alambres, puntas de París, etc., entre las que descuella la *Purísima Concepción*, de Astepe y la de *San Pedro*, de Elgoibar, que produce unos 6,000 quintales métricos al año.

# FABRICACION DE HIERROS Y ACEROS COMERCIALES

---

La siderurgia, como toda industria, tiene un fin esencialmente comercial; su objeto no es sólo obtener compuestos férreos, sino compuestos férreos *vendibles*, y para ello es necesario que afecten formas y condiciones con las cuales satisfagan necesidades apremiantes de la humanidad, constituyendo, así, objetos inmediatos de mercado.

Rara es la fábrica de hierros y aceros donde sus productos dejen de experimentar transformaciones más ó menos profundas, hasta adquirir condiciones de venta. Los arrabios de primera fusión, los hierros brutos, los aceros, tal como salen de los hornos ó de los convertidores, no darían en la generalidad de los casos, rendimientos bastantes para remunerar á las empresas en razón del capital invertido.

*Arrabio de primera fusión.*—*Santa Ana de Bolueta* (Bilbao) é *Hijos de J. J. Jáuregui* (Amorebieta), que obtienen lingote de hierro con carbón vegetal, le venden con mucho aprecio para ser transformado; pero ambas fábricas tienen también elementos, como hemos visto, para convertirlos en otros objetos de más fácil venta. La de *San Francisco* (Sestao) vende también, según ya dijimos, grandes cantidades de lingote que, aunque obtenido con cok, procede de menas muy puras. *Altos Hornos y Vizcaya* llevan al mercado lingote de *afino* y *lingotillo* que, en vez de pesar 50 á 60 kg. como aquél, no pasa de 15 á 20 y se emplea para cementar el cobre, en las minas de Huelva, Riotinto principalmente.

*Refusión y moldeo del arrabio.*—Obtenido el lingote en la era de



colada, ya en moldes de arena como en Bilbao, ya en lingoteras metálicas, como suele hacerse en Asturias á fin de evitar el efecto del silicio y hacer el enfriamiento más rápido, vuelve á ser refundido en cubilotes para colarlos en moldes especiales que le dan la forma apetecida.

*Mieres* tiene su fundición de hierro, y *La Felguera* la ha instalado aparte en la *Fábrica de Vega*, montada hacia 1865 por el General Elorza y separada de ella solamente por el ferrocarril de Langreo.

En ésta hay un cubilote ordinario como los de *Mieres*, soplado con ventilador, cuatro estufas para secar los moldes, calentadas por hogares especiales que cada una tiene; taller completo de moldería, dos puentes-grúas de más de 20 toneladas, movidos á brazo para transportar y cargar los moldes y sus productos, etc.

El lingote que se emplea suele ser de Bilbao, y alguna vez de la fábrica.

*La Compañía de Asturias*, de los Sres. Conde de Sizzo, González y Compañía, de que ya hablamos, tiene en su elegante fábrica de *La Felguera*, movida por el agua, en esbelto y claro edificio (figuras 237 y 253), una completa fundición de hierro, dotada de cubilotes perfeccionados para colar toda clase de objetos y especialmente tubos de arrabio destinados á la conducción de fluidos, cables eléctricos, etc., de que se hacían grandes cantidades, en moldes verticales, dispuestos y caldeados de un modo especial, cuando visitamos el establecimiento.

Además de los dos aparatos de Piat, ya citados, para fabricar acero neumático y de crisol en pequeña cantidad, que también moldean, se trataba de instalar un aparato destinado á la construcción mecánica de moldes.

Como todavía no se han montado hornos altos, adquieren lingote, generalmente vizcaíno.

De *Trubia* nada tenemos que decir, pues dedicándose á la fabricación de proyectiles y armamentos militares, no sólo tiene una fundición modelo, sino que, destinada á objetos y procedimientos especiales, nos llevaría más lejos su descripción del objeto puramente siderúrgico de este trabajo.

La fábrica *Viscaya*, de Bilbao, dispone de una fundición montada con dos cubilotes, cada uno con dos filas de toberas á distinto

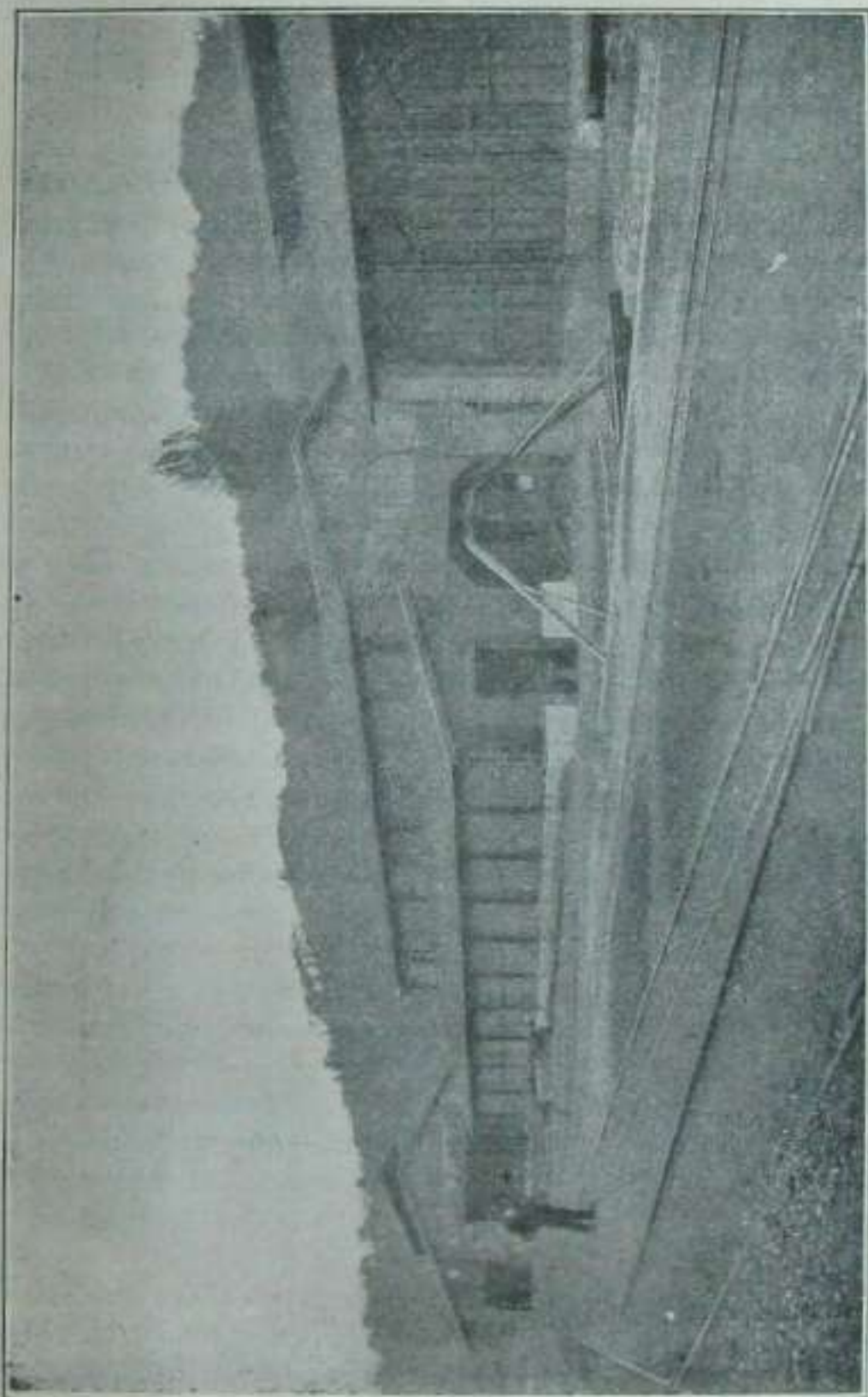


FIGURA 107.

nivel, á los que suministra aire una máquina soplante, y todo el material necesario para la fabricación de productos moldeados.

La falta de solar hizo á la Sociedad de *Altos Hornos* establecer un taller á cierta distancia de la fábrica. Adquisiciones posteriores le han permitido formar parte del establecimiento, pues los terrenos que antes la separaban, hoy pertenecen también á la Sociedad.

En un gran cobertizo metálico, de unos 16 metros de longitud con dos puentes-grúas de 30 y 50 toneladas respectivamente, movidas por el motor general mediante cables de algodón, hay cuatro cubilotes, uno con depósito anterior, tipo Krigar, para grandes piezas, los cuales producen 3 y el último 14 toneladas por hora.

En la proximidad existen dos pozos grandes y otros pequeños para la fusión de piezas más ó menos pesadas y el taller de moldeo, en que se elaboran los moldes con tierra del país y polvo de cok quebrantado por dos trituradoras Carr, pulverizada y amasada la mezcla en volanderas de dos muelas con dornajo móvil. La arena se quebranta en otra de muelas rotatorias.

Estufas caldeadas con hulla sirven para desecar los moldes. El taller está movido, incluso una dinamo para diez lámparas, por un motor térmico, construido en Chemnitz (Sajonia). No citaremos más fundiciones de hierro, aunque hay muchas en el Norte de España, algunas de gran importancia, por temor á omisiones involuntarias, y porque, además, las que restan, más bien que siderúrgicas, son establecimientos mecánicos que, adquiriendo el lingote de las fábricas que lo producen, sólo lo refunden y dan forma con destino á la maquinaria ó á las construcciones.

Todas las instalaciones citadas y muchas de las demás, tienen su taller de modelos, almacén catalogado de los que ya han servido, de carpintería, etc., á veces de gran desarrollo y coste.

*Hierro basto.*—Cingladas las bolas de que hablamos al tratar del pudelado, se estira el *tocho* prismático que resulta, haciéndole pasar todo lo más rápidamente posible por las acanaladuras de un tren de desbaste, que en Bilbao suelen designar aún con el nombre inglés de *blooming*.

El cinglado se efectúa con aparatos de percusión, pues sostienen todos los fabricantes que el martillo pilón, el frontal, los martinetes, son los mejores aparatos para exprimir la esponja y soldar el hierro: los de compresión, á cuyo frente figuraba el *cocodrilo*

(*squeezer*), puede decirse que han desaparecido. Las barras resultantes de los cilindros, ó sea el hierro, basto no puede utilizarse en ese estado.

*Hierro dulce.*—Se obtiene prolongando el afino del acero fundido en los convertidores ó en el horno de Siemens, hasta que deje de ser templable y adquiera las propiedades físicas y químicas (1) del hierro, ó trabajando el hierro basto.

Las barras de éste, ordinariamente planas y de superficie más ó menos rugosa, suelen dividirse, según el aspecto de su fractura, en clases que se denominan de *grano*, *mixta*, *acerosa* y de *nervio*.

Cortadas en trozos de 50 á 60 centímetros, con tijeras mecánicas ó sierras especiales, se agrupan en clases según las aplicaciones y en diversas formas, según el perfil á que se los destine, se atan con alambres ó flejes y se someten, en un horno de reverbero, á la temperatura del rojo soldante. Una vez que el *paquete* la ha adquirido, se saca y hace pasar inmediatamente el mayor número de veces posible por el tren preparador, donde adquiere forma aproximada á la definitiva que recibe después del número de caldas y pasadas indispensables, en el tren de afino ó concluidor. Antes de pasar á éste, es frecuente batirlo ó repetir los pases por los laminadores el tiempo necesario para que, al par que desaparezca la escoria, tenga el hierro mayor cohesión y homogeneidad (*corroyage*).

*Laminación.*—El acero fundido se somete directamente al tren de desbaste, donde el *lingote*, á las dos ó tres pasadas, sale convertido en *tocho*.

Después va al *tren preparador* mediante una calda, donde circulando varias veces por sus acanaladuras, adquiere compacidad y una forma aproximada á la definitiva á que se ha de amoldar en el *tren concluidor*.

El tren desbastador de la fábrica *La Felguera* esta movido, así como el destinado al hierro basto, que le es anexo y es también *díó*, por una máquina de vapor horizontal sin expansión ni condensación,

---

(1) Cuando ofrece una resistencia de 40 á 50 kg. por mm<sup>2</sup>, un alargamiento de 30 á 20 por 100, no pasa de dos milésimas de carbono y contiene algunas de manganeso, sirve perfectamente para la elaboración de palastros y alambres. La variante básica, que emplea lingote fosforoso, se presta admirablemente á la obtención del hierro dulce comercial.

construida en Seraing (Bélgica), la cual desarrolla un esfuerzo de 60 á 70 caballos.

Los productos del desbaste (*tochos*) pasan para hacerse comerciales al taller de laminado de Corriellos, que encierra seis hornos de recalentar, el de recocido de chapas, un martillo-pilón de 10 toneladas y seis trenes de laminar, uno grande para barras, otro mediano, tres pequeños y el destinado á la fabricación de chapa. Los pequeños son tríos, los demás dúos.

El tren para fabricación de chapa es doble, unido por un embrague con costillas. Detrás hay una plataforma, que se levanta mediante unas poleas desde el costado, para coger el *tocho* en las diversas pasadas, hasta formar la plancha del espesor apetecido. Aquél se ve obligado á ir al laminador, siguiendo el movimiento de unos rodillos que giran en el suelo del carro.

El tren es reversible y al descubrirse la chapa en cada cambio de dirección, unos obreros provistos de escobas mojadas, destacan los óxidos y otras impurezas que cubren la superficie. Se aprecia el espesor de la plancha con un escantillón ó un compás-curvo.

El motor es de 100 caballos, sin expansión ni condensación, construido en la fábrica de Seraing; los piñones son americanos ó de dientes angulares (*à chevrons*), para mayor resistencia y conservación. Existen en las inmediaciones cuatro calentadores de forma especial para las planchas y dos hornos de recocido.

Una vez obtenida la chapa se la escuadra con tijera mecánica, que corta hierros hasta de 20 mm. de espesor. Estos recortes, siendo de dimensiones bastantes, se mandan á la *Fábrica de hierros forjados y estampados* que tiene el ilustrado ingeniero de minas D. Domingo de Oruetá cerca de Gijón, de la que hablaremos.

Las chapas se recuecen al rojo oscuro dentro de cajas de arrabio.

Cada tren tiene motor independiente, excepto el mediano, cuya máquina mueve también uno de los pequeños.

El taller de fraguas tiene 13 acopladas, con viento procedente de un ventilador general; dos circulares para calentar barras largas y un martillo pilón neumático.

La fábrica que nos ocupa produce más de 20.000 toneladas al año, de toda clase de hierros comerciales y chapa, de la cual surte á la Marina de guerra, á los astilleros particulares y á gran número de talleres de calderería y maquinaria de toda España.

El establecimiento de *Mieres* dispone de un extenso taller de laminación, muy bien instalado, con todos los aparatos necesarios para la construcción de piezas de máquina, armaduras y puentes metálicos, de las que figuran gran número en edificios, tanto públicos como particulares y de los últimos en carreteras y ferrocarriles de la Península.

El tren de desbaste de la fábrica de *Moreda y Gijón*, compuesto de dos cilindros, se mueve por una máquina de vapor, vertical, de una potencia dinámica de 120 caballos. Los trenes de afino son dos para hierros pequeños y alambre y otro para pletinas, cabillas gruesas, etc., movidos cada uno por máquinas semejantes a la anterior. Un calentador para cada tren sirve para dar al lingote la temperatura conveniente antes de verificar la pasada.

Los trenes destinados a la elaboración del alambre, que con las piezas de pequeño perfil y puntas de París constituyen la especialidad de la fábrica, son siete.

La máquina que mueve el tren desbastador de *Altos Hornos*, constituido por dos cilindros de cerca de un metro de diámetro y más de dos de *tabla*, es horizontal, de baja y alta presión, distribución Sulzer; desarrolla un esfuerzo medio de 300 caballos; pero puede llegar a 2.000.

Al salir de los moldes cae el lingote de acero en unos carritos de hierro que, arrastrados por un obrero, lo conducen a hornos reverberos de plaza inclinada, carga progresiva, soplados cada uno por un fuelle de Koerting, alimentados con hulla y provistos de introductores hidráulicos. A fin de evitar el caldeo en estos hornos y con él el consumo de combustible consiguiente, se han instalado 18 *Pozos de Gjers, Soaking Pits*, ó calentadores verticales subterráneos, a fin de igualar la temperatura que tiene el lingote al desmoldearse; pero sin resultado, por no llegar la producción normal de la fábrica a la suficiente para su empleo. Sería necesario para que funcionasen agregar calor supletorio, quemando en una cámara próxima gases procedentes de un gasógeno con aire calentado también por los mismos gases al abandonar el pozo mediante un recuperador.

Diez hornos de recalentar, alimentados por combustible sólido, tipo Holway, abastecen seis trenes de laminación: tres dedicados a viguería y demás hierros comerciales hasta 14 cm. de altura, uno a la plancha, de 2 a 5 mm.; otro universal para el llantón ancho

hasta 500 y 5 de espesor y, por último, otro para la fabricación del alambre basto de 5 á 7 mm., que se designa en Bilbao con el nombre de *fermachín* (*fermachine*), y sirve de primera materia para el hilado de los alambres comerciales.

Los primeros son dúos y constan de cuatro cajas, los demás tríos, soliendo recibir la última pasada en espatales. El cilindro central del tren de chapa, de 550 mm. de diámetro, es loco, de arrabio fundido en concha, está equilibrado y se aproxima ó aleja de los otros dos, que tienen 660, mediante unos tornillos (*husillos*), manejados por una ruedecilla. El tren universal elabora barras de 500 mm. de ancho, y el pequeño, compuesto de cinco cajas de tríos de acero fundido, la primera con acanaladuras alternativamente cuadradas y ovales, que sirve de preparador y la última formada de espatales de arrabio en concha, donde reciben los hierros planos de corto perfil, la última pasada.

El tren productor del *fermachín* está tan sujeto á desgaste por el continuado serpenteo del alambre al rojo al pasar por los estrechos orificios que dejan los cilindros, que cuando se trabaja día y noche hay que cambiar éstos cada semana.

Además hay dos nuevos hornos de recalentar, sistema Siemens, con gasógenos de Wilson y tres de tiro forzado.

En la nave central, de las tres que ocupa el taller, están instaladas la máquina que mueve el tren de desbaste y otra de 8,000 caballos, reversible también, que por un lado mueve los trenes preparador y concluidor y por el otro, los de igual clase que laminan la plancha.

Hay dos sierras para cortar en caliente, tres tijeras para separar en frío, grúas, tornos pequeños y grandes, prensas, máquinas para enderezar, cepillar, fresar y punzonar, necesarias para el acabado de carriles, taller de empaquetado y, en suma, todo cuanto es necesario para la construcción de piezas de máquinas, calderas, puentes y cubiertas á que la fábrica, con tanto éxito y reconocida fama, viene dedicándose.

Funcionan en la *Vizcaya*, además del tren de desbaste, uno de 650 mm. de diámetro, otro de 420, el de 270 para diferentes perfiles, dos para flejes y *fermachín*, uno universal para planos anchos; están próximos á funcionar un dúo y un trío para chapas de 2 á 20 mm., y en instalación, dos dúos y otros dos tríos para chapa





delgada (1). Los tres primeros actúan desde Mayo de 1889, el de flejes á partir de Noviembre de 1892, y el universal, los de pudelar y *fermachten* desde los meses de Enero, Junio y Julio de 1896. El movimiento de los trenes se produce por cinco potentes máquinas Compound.

Tiene siete hornos ordinarios para recalentar, diez de gas, uno del tipo Bochum, todos con ventiladores é inyectoros, 43 calderas de vapor, capaces de desarrollar un trabajo de 4.000 caballos dinámicos y una completa instalación de sierras, tijeras, enderezadoras, tornos, taladros, etc., para afrontar una potencia productora anual de 6.000 toneladas de hierro pudelado y 25.000 de laminado y acero.

Siendo ésta la últimamente instalada de las grandes fábricas bilbaínas en amplio solar, pues lo ha ido aumentando al sanear la marisma y á medida que le ha sido preciso, acompañamos una fiel reproducción del plano que existe en el archivo de la fábrica, levantado con motivo del anteproyecto para elevar el horno alto número 4, aún no ejecutado (fig. 238), pero que puede servir para formarse idea de la inteligencia, buen orden y facilidad de medios de todo género que preside en Bilbao á las instalaciones industriales.

## ANÁLISIS Y PRUEBAS DE HIERROS Y ACEROS

En cada fábrica siderúrgica hay un laboratorio analítico donde se practican cuantos ensayos docimásticos ó análisis sean precisos, para conocer la marcha de los hornos, la pureza de las primeras materias y la composición de las que producen. Ingenieros de minas, unas veces, otras distinguidos químicos, practican procedimientos que no describimos por hallarse en todas las obras modernas de análisis ó de docimasia.

Además existen bien montados laboratorios para verificar las

---

(1) Dichos trenes están en marcha, según nos dice ha poco, el ilustrado director de la fábrica, D. Guillermo Pradera, así como sus correspondientes hornos y tijeras, desde Septiembre de 1897, y los otros poco después.

pruebas mecánicas y físicas generales, á más de las particulares que exijan los contratos, cuando los hierros ó aceros hayan de someterse á esfuerzos ó condiciones determinadas.

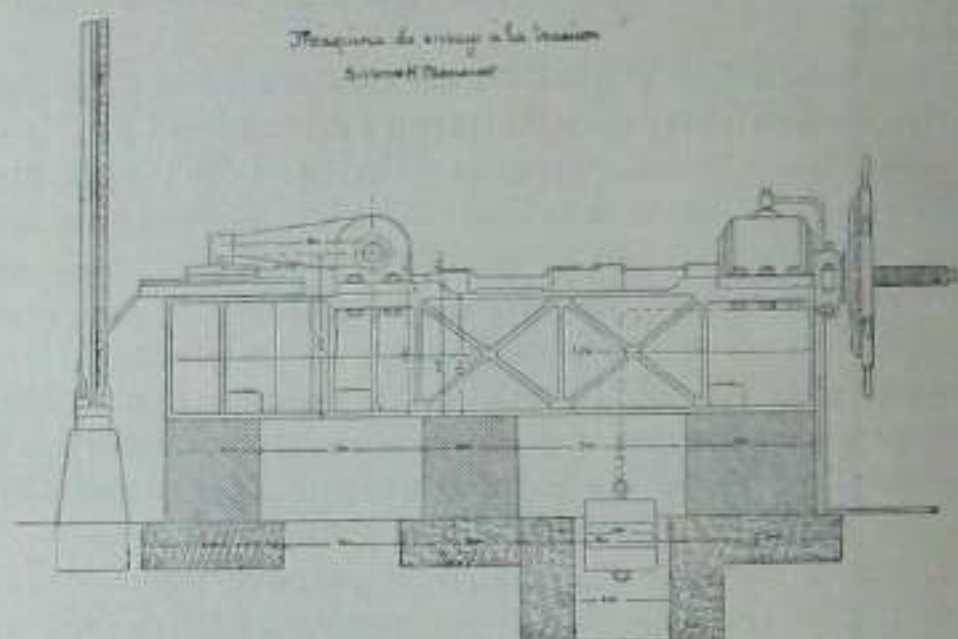


FIGURA 239.

La máquina de pruebas á la tracción que emplea la fábrica de *Mieres* es la misma que trajo á la Exposición de minería de 1883, y sirvió para comprobar las propiedades de las piezas metálicas en aquel gran certamen nacional. La de *La Felguera* es del conocido sistema Thomasset, con manómetro hidráulico y columna indicadora de azogue (fig. 239). La empleada en *Altos Hornos* es de J. Buckton Leeds, etc.

## OTRAS FÁBRICAS

---

*Fábrica nacional de Trubia.*—Nacida de la necesidad de armamentos durante la guerra con Francia, emprendida á fines del siglo XVIII, encendió sus primeros hornos en 1795; permaneció inactiva en la de la Independencia y civil, hasta que en 1844 la tomó bajo su dirección D. Francisco Antonio de Elorza que, levantando los hornos altos *Daolz y Velarde* y dotándola de todos los adelantos de su tiempo, puede decirse fué su verdadero fundador.

Situada en un delicioso valle del río Trubia, afluente del Nalón, constituye una extensa y urbanizada población industrial, dotada de edificios públicos, viviendas y talleres en que se ocupan 1.200 operarios.

La fabricación y trabajo del acero, base de la industria militar moderna, no fué un hecho hasta la gran reforma emprendida en 1879, pero desde entonces continúa su rápido movimiento de avance. Al horno Martín Siemens de 15 toneladas, de que nos hemos ocupado, acompañaba, en el tiempo de nuestra visita, un taller completo de moldería, pozos y grandes moldes para la fabricación de cañones y proyectiles, la prensa hidráulica, sistema Tannett, para forjarlos, de 1.200 toneladas, con acumulador, montada en Trubia desde 1891, puentes-grúas para el transporte, movidos por vapor de 25.000 kg. de potencia, calentadores ordinarios de Bicheroux y de gas regenerado, sistema Harbey; potentes máquinas para perforar, torneear, etc., etc., y en suma, cuanto es necesario para fabricar el complicado mecanismo de proyectiles y objetos de precisión que constituyen hoy la artillería.

Se trataba de ampliar el taller de acero, mejor dicho, de cons-

truirlo de nuevo, y ya lo está (1). Un edificio metálico de 84 metros de corrida por 38 de ancho, dividido en tres naves, alberga hoy el taller de fusión de acero y el de forja. Como elementos del primero figuran los dos hornos Siemens de que nos hemos ocupado, uno de 15 y otro de 40 toneladas nominales, que podrán con facilidad convertirse en 45, cargados mecánicamente por la gran grúa eléctrica, patente Willmann, de que también hablamos.

Para las forjas se ha montado una nueva prensa de Withworth, con potencia de 3.000 toneladas, susceptible de forjar los elementos de las piezas de acero hasta un calibre de 30 centímetros inclusive. El agua a presión entra directamente en la prensa sin pasar por el intermedio del acumulador, como sucede en la otra. Las bombas que inyectan el líquido a 480 atmósferas, están movidas por una máquina vertical de expansión, sin condensación, de  $965 \times 1.200$  de curso.

Auxilian la prensa un horno de recalentar y dos grúas de 70 toneladas, cuyo movimiento de elevación se efectúa por presión hidráulica y los demás por vapor.

También se ha instalado un nuevo taller para temple de tubos y demás elementos de los cañones; consta de tres gasógenos de Wilson, los cuales suministran gases combustibles al horno que ha de dar a las piezas la conveniente temperatura, antes de ser sumergidas en el baño de temple; de un horno vertical de 14 metros de elevación y de un depósito de aceite capaz de contener 100 m<sup>3</sup>, ambos servidos por una grúa de 30 toneladas, movida por un cable de algodón conectado con el motor. Sobre ésta hay cuatro depósitos de aceite, el cual, por tubos, pasa al horno donde se calienta y actúa, yendo después a otros cuatro recipientes situados al lado del taller, en que se enfría, ascendiendo posteriormente, por bombas a propósito, a los cuatro depósitos de que primitivamente nos ocupamos. Dispone además esta moderna instalación de un horno y una fosa para enmanguitar.

En la nave menor van situadas las máquinas de barrenar y torneear, necesarias para la preparación de tubos y manguitos antes del temple, las cuales recibirán el movimiento de electromotores, movi-

---

(1) Sentimos que una dificultad material, nos impida reproducir el plano general del taller, que nos ha remitido amablemente el Sr. Cubillo, con los datos que siguen.

dos á su vez, así como la grúa de 75 toneladas, que actúa en la fosa de colada, por una máquina de 160 caballos, acoplada á una dinamo Siemens de 150.

La fábrica dispone de fuerza hidráulica recogida en ruedas de paletas y turbinas, un taller de pruebas y laboratorio químico y micrográfico para hacer estudios de Metalografía microscópica.

No nos detendremos en describir las demás importantes instalaciones de este gran establecimiento, porque esto nos llevaría demasiado lejos; está ya hecho por personas más competentes que nosotros en estas materias, y el objeto de esta Memoria es consignar los adelantos.

*Fábrica de armas de Oviedo.*—Situada al extremo Noreste de la ciudad, cerca del camino de Santander, en el antiguo convento de Santa Clara, no es un establecimiento siderúrgico como el de Trubia, que produce acero; pero sí que lo elabora, entrando bajo este concepto en el segundo objeto de la Metalúrgica, que es dar forma industrial á los metales, haciéndolos por lo tanto objetos inmediatos de aplicación.

Dedicada especialmente, cuando la visitamos, á la fabricación del fusil Mausser, tipo español, transformaba acero de crisol, de preferencia alemán, en las sesenta y tantas piezas de que consta dicha arma, mediante más de 1.000 operaciones efectuadas en cerca de 500 máquinas, unas de Loewe, otras transformadas y algunas de fabricación nacional, manejadas en su mayoría por obreros españoles, con tal perfección que, admitiendo escasisima tolerancia, pues dichas piezas son *intercambiables*, es decir, reemplazables una á una en todas las armas fabricadas, apenas hay que desechar alguna.

Además, hay hornos para recalentar, recocer y pavonar, estampas, muflas de gas para el temple de los resortes, etc., y taller para las cajas de fusil, muy completo y sumamente curioso.

La importancia de esta fábrica, conocida también por *La Vega*, data de la organización llevada á cabo durante los años 1856 al 68, por el ilustre artillero y distinguido General D. Mamerto Ordóñez.

Nos complacemos en dar las gracias por sus atenciones al Teniente coronel de Artillería D. José Fernández Ladrera, actual Subdirector, lo mismo que á los oficiales de tan distinguido Cuerpo que nos acompañaron.

*Fábrica de Turiellos.*—Pertenece á los Sres. Rodríguez, Prendes

y Compañía, hallándose situada en las inmediaciones de *La Felguera*, de cuyo establecimiento adquieren los hierros y aceros corrientes que emplean, ya en la forma redonda para tornillos de 6 a 30 milímetros de diámetro, ya de llanta para las tuercas.

Además de una tijera para el largo, tiene dos claveras, sistema Leblanc, construidas por Fetu et fils de Lieja, dos máquinas para terrajar, lubricadas con agua de jabón, dos para hacer tuercas, sistema Hassenclever, tres máquinas de desbarbar una para tornillos y dos para tuercas, cuatro hornillos alimentados por cok y con viento de un ventilador, dos de llama invertida para calentar, etc.

Mueve el taller una máquina horizontal belga de Bollinecks, sin condensación y con 35 caballos de potencia, alimentada por una caldera Mathol do tubos inclinados.

El tornillaje procedente de esta fábrica es muy apreciado, tanto por la calidad de los materiales empleados, cuanto por su elaboración, que es muy esmerada.

*Fábrica de hierros forjados y estampados de Gijón.*—El ilustrado ingeniero de minas D. Domingo de Orueta ha montado una interesante fábrica en que, además de palas de acero de todas clases con destino a minas y a obras públicas, se elaboran envases metálicos y frascos con destino a Almadén por un sistema privilegiado.

Las operadoras, destinadas a construcción de frascos, se mueven por una máquina de vapor de 12 caballos. Un fuelle de Roots, modificado, que produce  $\frac{3}{4}$  de atmósfera de presión, alimenta las fraguas y un motor de 20, mueve la máquina especial para punzonar, cortar palas y tapas de frascos, cuyos tubos, que constituyen el cuerpo principal, se encorvan sobre un núcleo de acero que sirve de calibre.

Una vez soldados de modo especial, se prueban en una bomba hidráulica hasta la presión conveniente, a veces mayor de 20 atmósferas. Se pueden hacer hasta 500 frascos diarios.

Las palas, así como éstos, se fabrican con los recortes de las planchas de acero que se elaboran en *La Felguera*, se estampan después de puestas al rojo en hornos de recalentar por medio de prensas especiales, se desbarban en ruedas de esmeril de Suke and Spencer de Manchester, que dan 800 vueltas por minuto y se doblan en las fraguas.

Los astiles son de haya ó de fresno, cuya madera se adquiere en

tablones, que sierran en tiras, las cuales pasan después á una ingeniosa máquina de cuchillas, análoga á los afilalápices, donde se hacen cilíndricos, luego á otra análoga, que hace su extremo cónico para que enchufen en el cubo de la pala, y últimamente á otra de un sistema especial de instalación reciente, en la que se verifica el enchufe de un modo sólido y duradero.

Pueden estamparse 2.000 palas diarias, aunque por falta de pedido sólo se fabrican actualmente de 400 á 600.

Una turbina de vapor, sistema Laval, unida á una dinamo, suministra energía para los compresores y algunas de estas máquinas, da luz eléctrica al establecimiento, el cual, á pesar de las producciones apuntadas y merced á su buena organización, sólo ocupa unos 25 hombres, sin contar en este número el personal auxiliar de maquinistas, fogoneros, ajustadores para las herramientas, etc.

Un martillo pilón, modificado por el Sr. Orueta, para hacerle neumático, una batería de acumuladores construidos en la fábrica y una caldera de hogar interior de 100 caballos efectivos que alimenta sus máquinas, completan este curioso establecimiento, en que, al par que la economía y el orden más perfecto, se revela el ingenio de su autor. Con objeto de aprovechar los recortes de las palas, que al año representan un desperdicio considerable, proyecta el Sr. Orueta montar un nuevo taller para la fabricación de piezas pequeñas, visagras, etc., sin que esto sea obstáculo para que, con la parsimonia consiguiente á su elevado coste, se ocupe también de instalar un laboratorio micrográfico donde poder dedicarse á investigaciones metaloscópicas.

*Fábrica de alambre de Morelia.*—Anexa á la oficina siderúrgica, de que anteriormente nos ocupamos, hay una fábrica de alambres y puntas de París, que funciona del siguiente modo: Desoxidado el alambre procedente de una batería formada por siete pares de cilindros, lo cual se consigue haciéndole pasar por unas tinajas que contienen una mezcla de ácido sulfúrico diluido y sebo quemado á la que suele añadirse un poco de cobre ó estaño que al precipitarse sobre el hierro le da su aspecto, se hace pasar por las hileras donde adquiere el diámetro necesario. Hay 20 horizontales para los calibres del 30 al 18, 22 para los números 18 al 12, y otras 22, pero verticales, de los diámetros 12 al 0. Produce este taller, trabajando día y noche, unas 10 toneladas por día.

El alambre que ha de galvanizarse se limpia primero en cubas, llenas de ácido sulfúrico diluido; pasa después por una placa, sobre la que hay cloruro amónico, sumergiéndose, por último, en un baño de zinc, que se mantiene fundido merced á un hogar, colocado debajo. La tracción se produce por el mismo carrete á que se arrolla, al cual se hace girar muy lentamente; como hay seis carretes pueden galvanizarse igual número de alambres á la vez. La producción en este taller es muy variable, pues oscila entre 200 y 1.500 kg., según el calibre; el consumo de zinc varía mucho también.

El alambre grueso sale muy agrío de las hileras; se recuece en seis hornos, sobre cuyas parrillas hay bóvedas perforadas, encima de las cuales se colocan los *potes*, que son unas vasijas cilíndricas de 1,20 metros de altura, dentro de las que se pone el alambre, manteniéndole doce horas á la temperatura producida por la combustión de 200 á 250 kg. de hulla por tonelada que ha de recocerse. El contenido de cada pote viene á ser de unos 1.000 kg. Durante la noche se deja enfriar el alambre.

Funcionan 55 máquinas en el taller de puntas de París, fabricándolas de distintas formas y tamaños; son notables por la rapidez y perfección de su marcha, pues ellas mismas cortan el alambre, lo aguzan y, remachando automáticamente el extremo opuesto, forman la cabeza. El taller funciona sólo de día, produciendo unas seis toneladas de clavos, que antes de empaquetarse para la venta, se limpian dentro de unos toneles rotatorios en mezcla con serrín.

Mueve la fábrica una máquina Compound, de 15 caballos nominales, con dos cilindros, que trabajan á expansión variable. Las bombas elevatorias para el agua de condensación están movidas por una máquina de vapor de dos cilindros y conexión directa.

*Talleres de Cifuentes, Stoldt y C.*—Instalados en la playa de Gijón, no sólo construyen calderas, motores de vapor y toda clase de maquinaria, como hemos tenido ocasión de hacer notar varias veces, sino buques metálicos, algunos para transporte de viajeros.

El dique que poseen y al cual vienen á carenarse buques de todos los países, se achica ó desagua en cinco horas por medio de una bomba centrífuga, que da 600 ó más vueltas por minuto.

Las primeras materias que transforma este importante establecimiento, para el cual no tenemos espacio de hacer la descripción que se merece, las adquiere en gran parte de *La Felguera*.



*Talleres de la Compañía de Asturias.*—Los talleres de esta Compañía, tantas veces citada, se hallan dispuestos para fabricar, además de la tubería moldeada y fundida verticalmente, que hemos mencionado, conducciones de agua á alta y baja presión, gas, electricidad, etc., así como también material fijo y móvil de vías mineras, ruedas de acero Hartguss, puentes, armaduras, chapas perforadas y demás elementos concernientes al lavado de minerales, etc., constituyendo un poderoso auxiliar no solo para el industrioso valle de Sama, en que están enclavados, sino para toda Asturias, por la facilidad de comunicaciones de que disponen, merced á su excelente situación.

*Vasco-Belga.*—La Sociedad anónima de construcciones metálicas de este nombre, constituida hace pocos años con un capital de un millón de pesetas, ha instalado en Miravalles, á 15 kilómetros de Bilbao y en las inmediaciones del ferrocarril del Norte, vastos talleres de construcción con todos los perfeccionamientos más recientes de la mecánica moderna. Constrúyense en ellos puentes y armaduras metálicas, vagones, calderas de vapor de todos tipos, y entre ellos el multitubular inclinado de Montupet, de que disfruta la patente en España.

*Talleres de Deusto.*—Próximo á Bilbao, en la margen derecha de la ría, entre el tranvía eléctrico y el ferrocarril de Las Arenas, ha instalado sus talleres la Sociedad anónima de este nombre constituida con un capital de un millón de pesetas. Aunque dispone de una fundición completa de hierro con sus cubilotes, etc., la especialidad de esta fábrica es el acero moldeado, obtenido y colado directamente del convertidor de Robert, que por su facilidad de transporte hasta los moldes, colocado sobre una plataforma de ferrocarril, su intermitencia pues se puede detener y poner de nuevo en marcha fácilmente, y sobre todo, porque el baño conserva durante mucho tiempo gran temperatura, es un aparato de gran utilidad para los fundidores.

Con su auxilio y adiciones finales convenientes, se moldean en acero piezas de máquina, material fijo y móvil para ferrocarriles y tranvías, hélices y otros órganos náuticos, material de artillería, agricultura, minería y demás industrias, así como para trenes de laminar, etc., con gran facilidad y perfección.

*Aurrerá.*—La fábrica perteneciente á la Sociedad anónima de

este título, domiciliada en Bilbao, posee un gran taller de moldeo y de reparaciones, parado por falta de demandas, donde, además de un horno Siemens, hay un aparato de Piat, destinado á la obtención de aceros en crisol. Actualmente se dedica á la elaboración de tubos de arrabio, de enchufe, cordón y bridas, en moldes inclinados, en vez de verticales dispuestos en batería, como lo practica la Compañía de Asturias.

*Tubos forjados.*—Situada en la margen derecha del Nervión, entre el ferrocarril de Las Arenas y el tranvía eléctrico, ha instalado la Sociedad anónima, así llamada, con capital de 1.500.000 pesetas, un taller en que con planchas españolas generalmente, se elaboran, en aparatos alemanes, tubos forjados de hierro y acero, con destino á conducciones de agua, gas, vapor y aire comprimido, calderas, fabricación de camas, de postes para tranvías eléctricos y otros usos industriales.

Fabrica también tubos Perkins para aparatos é instalaciones de calefacción.

Entre las curiosidades que ofrece este establecimiento, se hallaba un contador automático, situado á la puerta, que intervenia la entrada y salida de obreros.

*Basconia.*—En Dos Caminos, primera estación del ferrocarril del Norte, á 5 km. de Bilbao y á orillas del Nervión, se halla la fábrica de hojadelata que la Sociedad anónima de este título, constituida con un capital de 1.250.000 pesetas, inauguró en 1894.

Cuatro naves albergan los hornos y aparatos necesarios para esta industria, antes exclusivamente inglesa y hoy una de las que con más perfección y limpieza se practican en España.

Chapas superpuestas de llantón se cortan mediante cizallas ó tijeras, hasta darles la longitud apetecida y después se ponen candentes en hornos de recalentar; una vez conseguido esto, un obrero las retira, y haciéndolas pasar por el tren de laminación, las estira en un doble; otro cogiéndolas en seguida con sus tenazas, las pliega en dos, sirviéndose para ello de un pie calzado con un forro incombustible y por último, un tercero las vuelve á meter en el horno, de tal suerte, que la misma pieza se calienta, se lamina, se dobla y se recalienta de seis á doce veces seguidas según los casos, con extraordinaria rapidez. Estos tres obreros, á quienes se denominan, respectivamente, *calentador, doblador y laminador*, se relevan cada ocho horas, pues el trabajo es continuo.

Una vez laminada y enfriada cada pieza, que suele constar de ocho ó más hojas pegadas entre sí, las cuales es forzoso separar á mano ó por medio de una cuchilla, como están oxidadas y sucias hay que limpiar previamente, sumergiéndolas en un baño ácido, retirándolas con rapidez para que no se amontonen unas sobre otras antes de colocarlas en la campana de recocer, donde permanecen ocho horas; se enfrían durante veinticuatro, se laminan en frío cuatro ó cinco veces hasta hacerlas lisas y bruñidas, pasando después á una segunda calda y otro enfriamiento de igual duración.

El estañado que sigue á esto se verifica en una sección especial, donde hay hornillas que mantienen fundido el baño, á cada una de las cuales acompaña una limpiadora para dar brillo á la hojadelata, que después se mete en cajas, previo un minucioso escogido y división en clases. La producción media de la fábrica, con los tres trenes de laminación que posee, es de 1.500 á 1.600 cajas por semana, generalmente de unos 19 kg. y de 112 hojas cada una.

Un embalse en el río permite mover dos turbinas de 150 y 30 caballos, respectivamente, destinadas á los trenes. La máquina de vapor, que actúa sobre los de laminación en caliente, desarrolla 300 caballos: la luz eléctrica y fuerza para la sección de estañado se halla originada por una dinamo movida por una pequeña turbina de Averly.

*Alambres del Cadagua.* — A orillas de este río, del que toma la fuerza motriz mediante un salto de 6,20 m. que mueve una turbina de 200 caballos, y próxima á la estación de Iráuregui, de la línea Bilbao-Zorroza-Santander, se halla la fábrica perteneciente á la Sociedad anónima así llamada, constituida en Bilbao, con un capital de 525.000 pesetas, en 1894.

La fábrica se halla dividida en tres secciones: la central, destinada á la limpieza del alambre basto, verga ó fermachín, procedente, cuando la visitamos, de *Altos Hornos*, cuyos rollos, de 5 á 11 mm. de diámetro, tienen por lo general 150 m. de alambre. Baños de ácido sulfúrico muy diluido, destacan el óxido de hierro y le dejan apto para la operación siguiente.

La sección situada á la derecha, forma el taller de hilado ó trepillería; anexa á ella está la fábrica de puntas de París y de clavos, y por último, en la de la izquierda, el taller de galvanizado, cobreado, etc.



El hilado, que comienza en frío, necesita para adquirir el calibre deseado un cierto número de recocidos.

Los *potes* ó calderas de arrabio y acero moldeado en que se verifican después de las primeras pasadas, tienen 2 m. de altura y 1,30 de diámetro. Tapados y enlodados cuidadosamente una vez colocado el alambre, se ponen al rojo cereza, manteniéndolos unas seis horas, por término medio, á esta temperatura. Enfriado éste muy lentamente, pasa de nuevo á las hileras, que son de acero muy duro, hasta adquirir el calibre pedido, que puede alcanzar dos ó tres números menos que el calibrador de París.

Fabricanse muelles y espino artificial por medio de una máquina alemana sumamente curiosa. De los desperdicios y recortes de alambre se hacen las puntas y los clavos, que se envuelven en paquetes ó se acumulan en barriles, de 46 á 50 kg. de peso.

La fábrica produce próximamente cada día 13 toneladas de alambre y unas dos de puntas y de clavos.

Un puente metálico permite á los vagones de la línea general penetrar en la fábrica.

*La Iberia.*—Anexa á la *Viscaya*, pero independiente de ella, tiene establecida su fábrica de hojadelata de acero, la Sociedad anónima que así se denomina, domiciliada en Bilbao, con un capital de 1.500.000 pesetas.

La primera materia es palanquilla, adquirida en la *Viscaya* y *Altos Hornos*, la cual se corta y calienta lo necesario en dos trenes, provisto cada uno de su correspondiente horno de recalentar. Después de las pasadas indispensables, frías y separadas las hojas de palastro, se limpian en un baño de agua con ácido sulfúrico, introduciéndolas seguidamente en el horno de recocer, donde permanecen hasta ocho horas á la temperatura conveniente, se enfrían durante veinticuatro, se lámina luego cada hoja tres ó cuatro veces en frío, se vuelve á una calda de igual tiempo, y por fin, se deja enfriar durante un día.

Para estañarlas se pasan previamente por ácido y sales amoniacales, luego por el baño de estaño derretido y con posterioridad por la limpiadora afecta á cada hornilla, que las deja brillantes, no restando más que, después de escogidas por clases, encajonarlas seguidamente para que no se piquen.

No sólo se expiden las hojadelatas en forma de láminas, sino en

cajas y latas de conservas, que se fabrican en el mismo establecimiento con ingeniosas máquinas, manejadas por mujeres y niños en su mayor parte. Unas y otras suelen llevar preciosos rótulos y dibujos policromos, que, hasta ahora, se ejecutan en un taller que tiene la Sociedad cerca de Bilbao; pero que pensaban traer á la fábrica.

La fabricación de cubos es otra de las especialidades que allí se elaboran, siendo de acero zincado el recipiente y el asa de hierro pudelado.

*La Iberia* posee además un almacén completo de modelos, cubilotes ordinarios y de Krigar; en resumen, cuanto es necesario para trabajar solamente como fundición de hierro.

*Delta Español*.—Esta Sociedad, domiciliada en Bilbao, con capital de 350.000 pesetas, instaló su fábrica, en 1881, á la orilla derecha del Nervión, próxima al ferrocarril de las Arenas.

Produce principalmente el llamado *Metal Delta* que es un acero especial, en cuya composición entra principalmente, además del hierro, el cobre y el estaño ó el zinc, según las aplicaciones á que se le destine. Es flexible como el hierro dulce, duro como el acero, puede forjarse, laminarse y estamparse en caliente, hilarse en frío, se moldea con facilidad, no se ataca por los agentes atmosféricos, resiste la acción del agua salada sin producir cardenillo, como cualquier bronce, tiene color semejante al del oro aleado á la plata, y es susceptible de pulimento.

Su densidad es 8. Fundido en arena verde se parte á 20,9 toneladas inglesas, por pulgada cuadrada de tensión, é hilado en alambre puede llegar hasta 62,5; según otros experimentos, resiste 37,5 kilogramos por mm<sup>2</sup>, alargándose 19 por 100.

Todas estas propiedades le dan numerosas aplicaciones, que aún no ha conseguido, sin duda, encontrar la empresa, si se juzga por la poca actividad de la fábrica.

Se obtiene, como la mayoría de los aceros especiales, en crisol, siendo los que allí se emplean, de grafito, con 50 cm. de altura dentro de hornos de tiro, alimentados con combustible sólido, tipo Krupp. La operación dura dos horas; la colada se verifica directamente en los moldes, tratándose de objetos pequeños, por el intermedio de cuchara cuando necesitan el contenido de varios crisoles, ó por canales, como en la fábrica de Essen. Si la masa del producto elaborado llega ó excede de tres toneladas, como campanas, etc., se

substituye el reverbero á los crisoles. La laminación se hace en caliente y el forjado al rojo sombrío; la fractura es granuda fina, como si fuera acero de crisol. El temple le da propiedades especiales, dulzura, resistencia, etc.

La fábrica elaboraba con gran actividad, cuando la visitamos, casquillos de latón para cartuchos.

*Talleres de Zorroza.*—Cerca de la estación de este nombre, muy bien instalados y perfectamente dirigidos, se hallan estos talleres, dedicados á construcciones metálicas en general, maquinaria y objetos fundidos.

Y hacemos punto, no seguramente por falta de materia, rogando á los particulares y empresas, cuyos establecimientos no citamos, á pesar de haberlos visitado, no atribuyan á olvido ni mucho menos á descortesía esta omisión, sino á la necesidad de terminar y al deseo de hacer soportable este ya prolijo estudio.

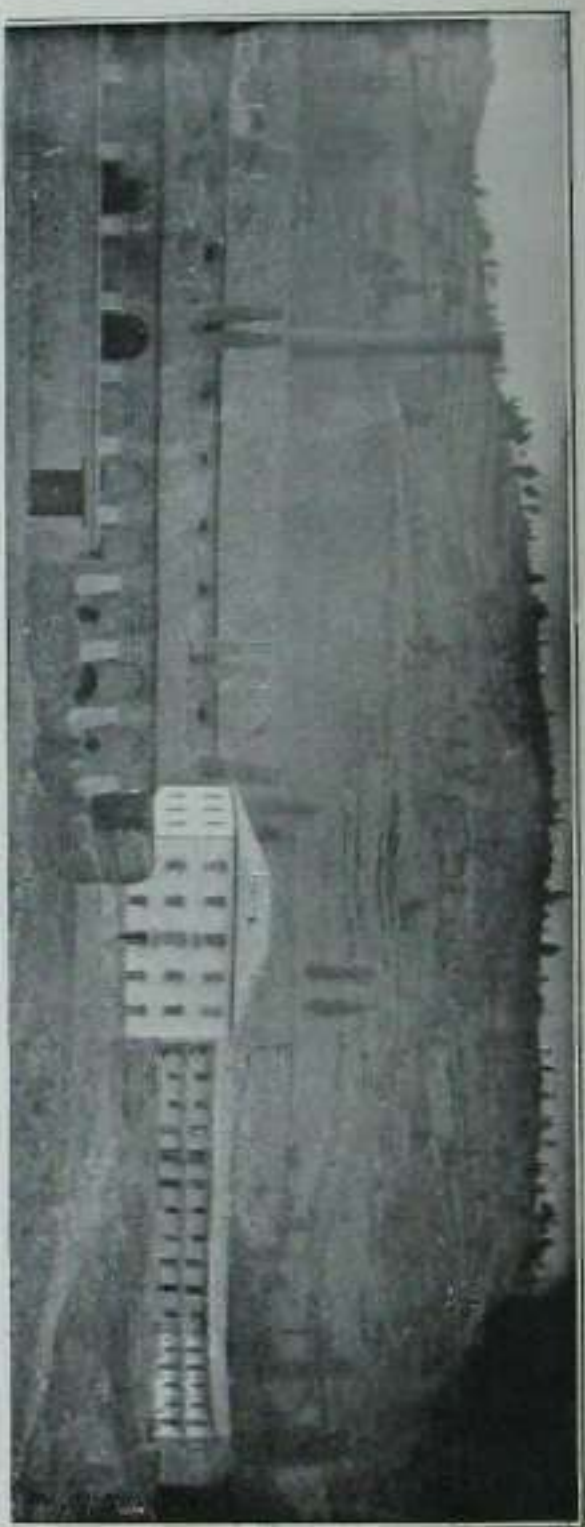


FIGURE 242











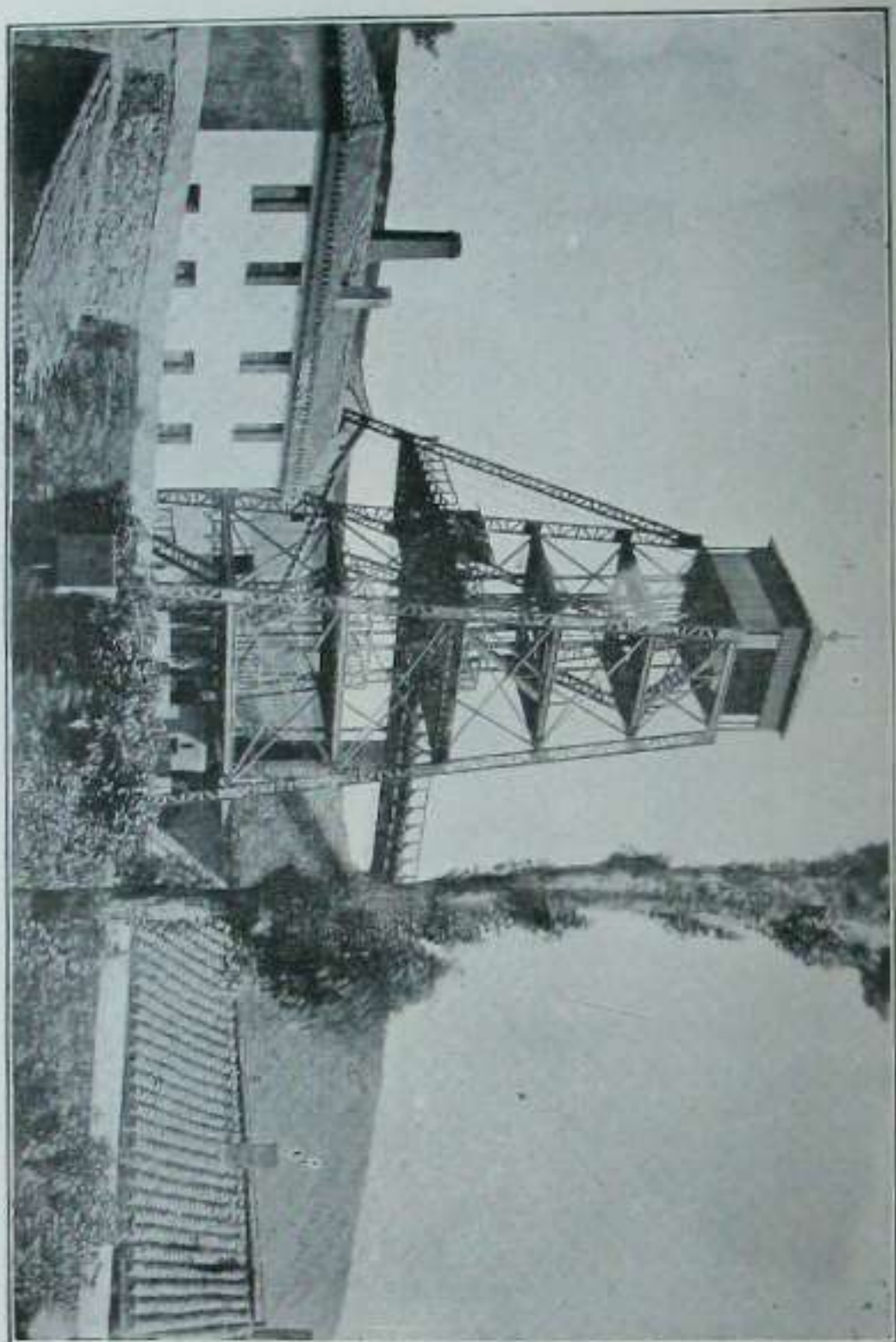


FIGURA 240

## CONSTRUCCIONES

---

Para completar esta Memoria diremos algo de las construcciones que hemos visto en nuestra expedición, relacionadas con la carrera del ingeniero de Minas.

En *Barruelo* hay varios edificios destinados á oficinas, viviendas para los dependientes de la Sociedad, una farmacia y dos hornos con tres placas cada uno, pudiendo colocarse de 40 á 45 panes de dos kilos en cada una. También hay en el pozo de extracción un bonito castillete de hierro, proyectado por el distinguido ingeniero M. Parent, cuyos detalles pueden verse en la fig. 240.

En *Orbo* existen algunos edificios y un horno de hogar lateral, donde se cuecen al día unos 300 kg. en panes de 1,30.

En *Sabero* hay un cuartel para obreros con bastantes habitaciones, tiene una galería en el piso principal, como puede verse en la fig. 241, en la parte central está la casa para la administración y á la izquierda una parte de la antigua *Fábrica de San Blas*, hoy en ruinas, conservándose algunos de sus edificios, donde la Sociedad tiene sus talleres.

En uno de los principales edificios de esta fábrica son de ladrillo las cerchas de la armadura, que forma la nave central, estando constituidas por grandes arcos ojivales peraltados, como puede verse en la fig. 242. Esta gran altura es con objeto de que las llamas de los hornos no pudieran llegar al resto de la armadura, que es de madera, pues las construcciones metálicas eran escasas en aquel tiempo. Dichos arcos están reforzados exteriormente por otros de menores dimensiones, que vienen á formar dos pequeñas naves laterales.

Hoy sería más ventajoso sustituir dicha armadura con otra de hierro; pero cuando se construyó esta fábrica, los medios de trans-

porte eran tan deficientes, que indudablemente hubiera resultado más cara.

También en *Vega Mediana*, uno de los valles más pintorescos de la provincia de León, se fabrican ladrillos cociéndolos en montones y obtienen un producto aceptable para las construcciones ordinarias; la fractura es homogénea y tienen un color verdoso. Como no los fabrica la Sociedad, los paga á 16 pesetas el millar, dando el combustible.

*Ujo*.—Á partir de las instalaciones y en dirección á las minas, se encuentran á uno y otro lado de la vía edificios y colonias construidos por la Sociedad hullera, que por sí solos bastan para acreditarla. Á 800 m. se encuentra uno, dependencia de los economatos, que es amplio, de reciente construcción, tiene dos pisos y está destinado á la venta de los artículos de primera necesidad, telas y otros efectos exclusivamente para el personal de las minas. Á 1,50 km. de este edificio está el almacén de materiales con tres pisos, muy bien estudiado y á propósito al objeto que se destina. Á tres y medio kilómetros de las instalaciones, y en las orillas del río Aller, está construyéndose la colonia modelo *San Claudio de Bustiello*, en la que están replanteadas 20 casas para obreros, cada una para dos familias y construidas solamente 10; pero lo más notable de esta colonia es la magnífica iglesia, estilo románico del siglo XII (fig. 243), proyectada por D. Félix Parent, donde puede apreciarse la gran inteligencia y sumo gusto de tan ilustrado ingeniero. Inmediato á la iglesia está el Casino obrero que, bajo la inspiración de dicho señor, ha proyectado y construido el distinguido ingeniero de Minas D. José Revilla; hay proyectados también una casa para botica, habitación para el farmacéutico, una vaquería, un puente sobre el río Aller, frontón de pelota, etc.

*Colonia de Caborana*.—Es el centro más importante de Aller, situado á seis kilómetros de Ujo, en donde vive la mayoría de los obreros de los grupos *Conveniencia*, *Legalidad* y *Mariano*; tiene tres grandes cuarteles de habitaciones para obreros, otro para la Guardia civil, edificio central de economatos, hospital con botiquín, panadería mecánica y otros edificios de menor importancia.

Está encargado de la asistencia facultativa de los enfermos un reputado médico, que ha ampliado sus conocimientos en el extranjero.





FIGURE 244



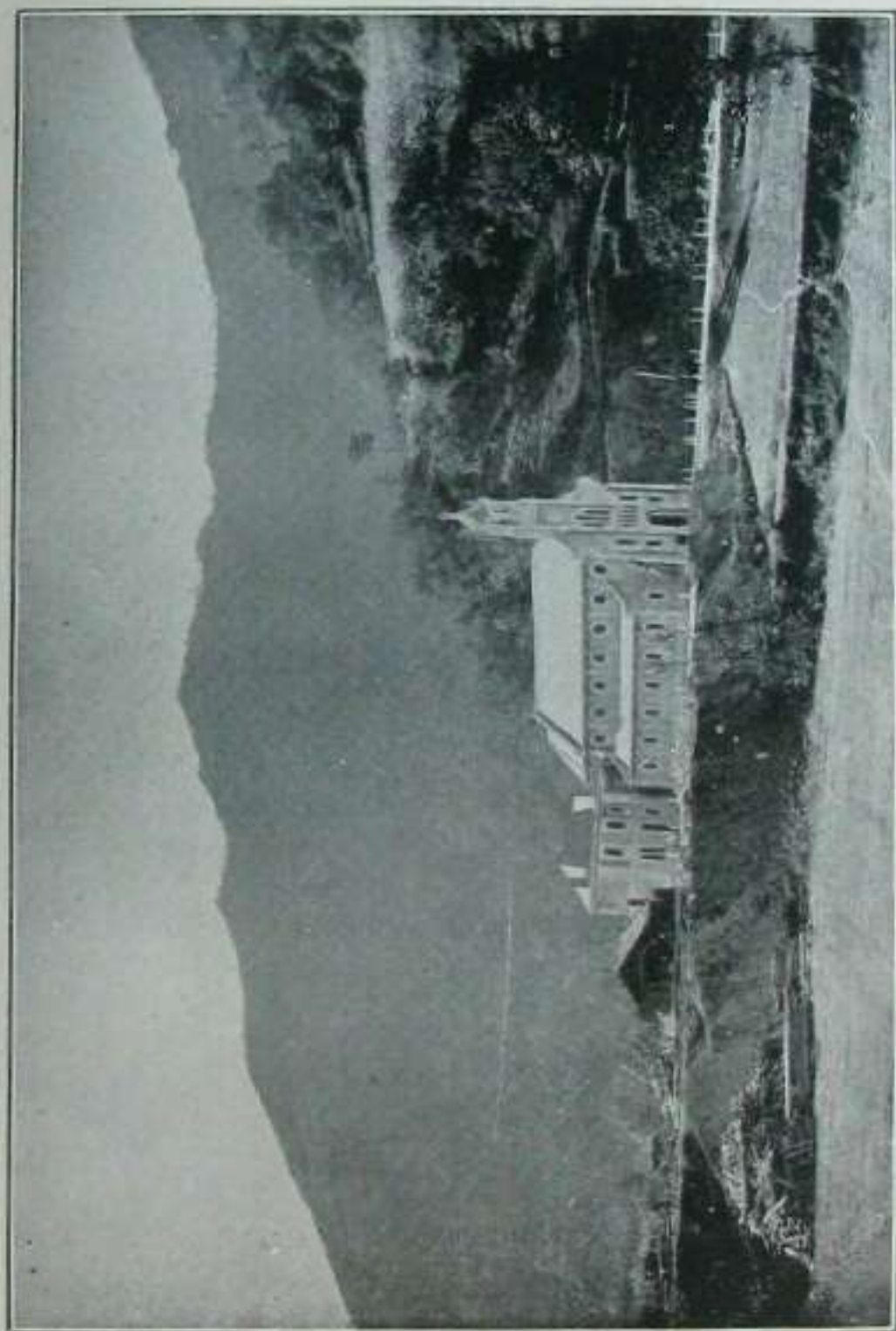


FIGURA 245



De todos estos edificios sólo diremos algo del Casino, de las casas de obreros, de la panadería y de la iglesia; pues si bien la última merece una descripción detallada, ésta se sale de nuestra misión.

Por haber construido el *Círculo Obrero* (fig. 244) sobre un terraplén que está al nivel de la iglesia, se vió precisado á hacer buenas fundaciones para la estabilidad del edificio. Esto lo ha conseguido practicando una pequeña excavación y apisonando el fondo, después extendió una capa de hormigón hidráulico (fig. 245), sobre ella un fuerte emparrillado,

rellenando bien los huecos con hormigón, sobre éste echó otra capa del mismo material, y por último, cubrió ésta con una mezcla de mortero hidráulico y vidrio machacado para impedir

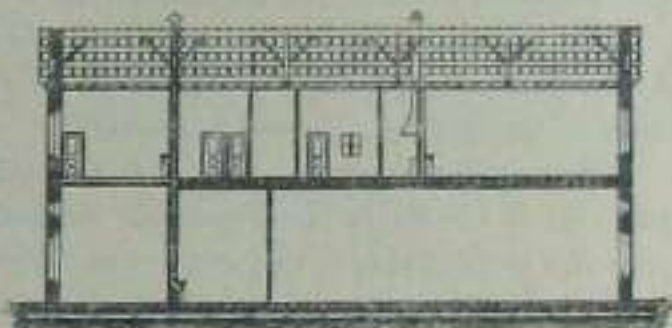


Fig. 245

la llegada de los ratones por' el suelo, habiendo dado tan buen resultado que no se han visto ni hay señal alguna de ellos.

Sobre la última capa construyó el edificio de ladrillo y mortero ordinario. Tuvo la precaución de ir elevando la construcción á la vez por todas partes, para que la presión fuese igual y el asiento de la obra se hiciese de un modo uniforme; pudiendo decirse que el Sr. Revilla ha conseguido su objeto, pues lo terminó hace algunos años y no se observa grieta alguna en las paredes.

Este edificio tiene en la planta baja una escuela de adultos capaz para 50 ó 60 personas, sala de lectura para 30 y salón principal, que se utilizará para café, teatro ó dar conferencias; en este último caso caben más de seiscientas personas. En la planta principal hay sala de juntas, secretaría, habitaciones del Administrador, cocina, despensa del *Círculo* y una sala donde pueden darse veladas musicales, conferencias, etc., en la que caben más de doscientas personas, y por último, estufas para la calefacción.

El suelo de la planta baja está entarimado.

Las casas para obreros son de mampostería ordinaria, los ángulos de sillarejo y las impostas de mortero hidráulico; la superficie es de  $7,70 \times 6,15$  m. cuando es para una familia, y de  $8,30 \times 9,30$  m.

si es para dos; tienen dos pisos, la altura del bajo es de 3,16 m., y la del principal de 2,90 (fig. 246).

La construcción viene á salir á 100 pesetas el metro cuadrado.

La panadería se compone de un horno sistema Bomballet, de tres placas móviles en sentido longitudinal, montadas sobre ruedas, que marchan sobre carriles; tiene calefacción aereoterma, con hogar central en la parte posterior. Hay una amasadora mecánica de platillo horizontal giratorio, que puede trabajar 200 kg. de harina en ocho minutos, necesitando un esfuerzo de 8 caballos.

La producción diaria de esta panadería puede ser de cuatro á cinco toneladas; actualmente fabrica de 1.200 á 1.500 kg. diarios en panes de uno y medio y tres kilogramos.

Podemos citar también un muro de sostenimiento en curva, construido en la vía férrea, paramentado en juntas regulares, con una ejecución tan esmerada, que desde hace diez años están circulando trenes de carbón con vagones sin muelles y no ha sufrido la menor alteración.

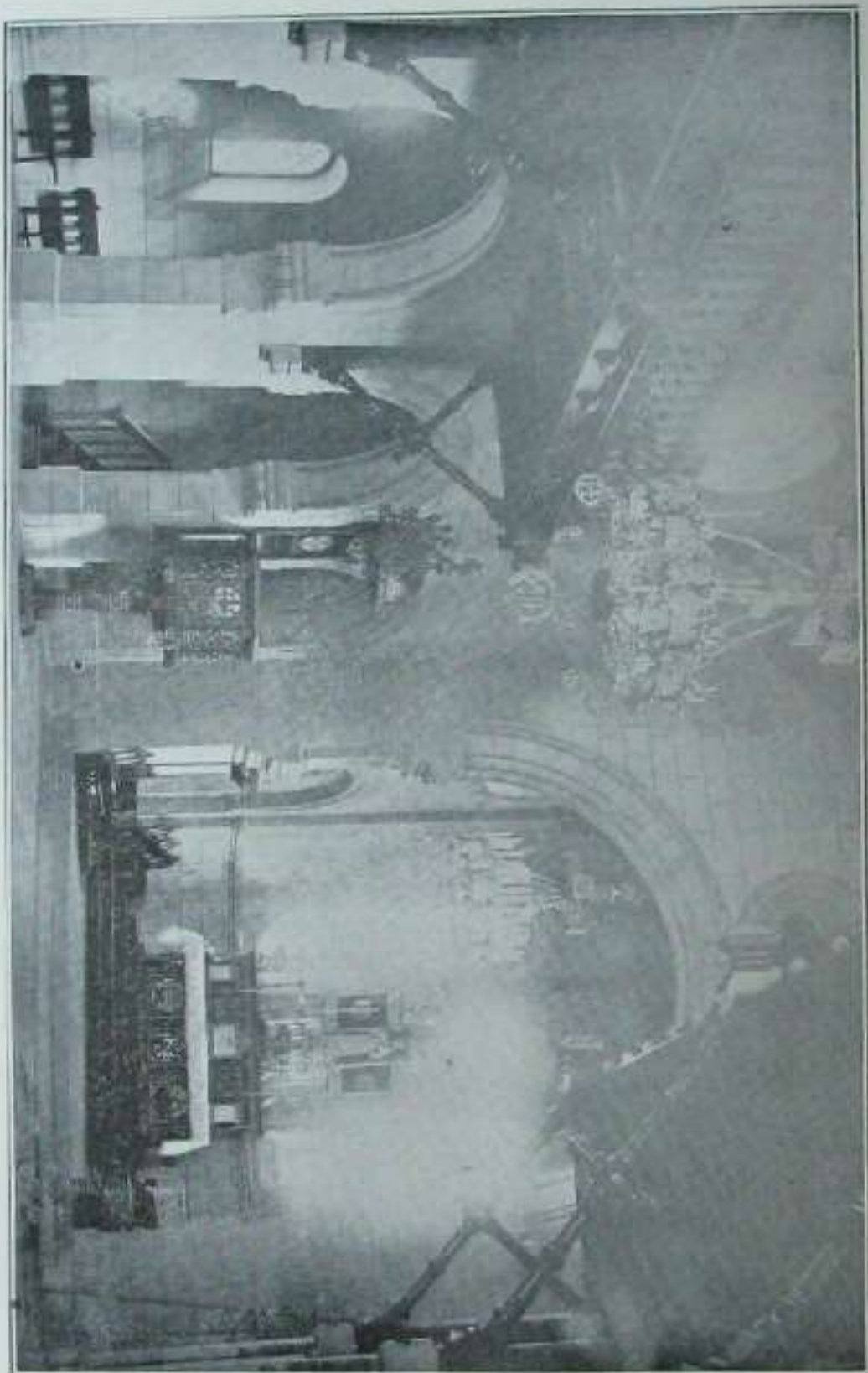
En esta vía hay tres puentes metálicos, el primero sobre el río Lena, con un sólo tramo de 40 m.; el segundo el de Baldefarrucos, que tiene tres tramos de 20 m., y el tercero el de la Mariana, de menor longitud.

Para la construcción del segundo hicieron una excavación de 3,38 m. en los sitios donde se construyeron las pilas y estribos, en el fondo, se hincaron pilotes (siete para cada pila), apisonaron el suelo y rellenaron con hormigón hidráulico hasta enrasar con las cabezas de los pilotes, sobre los que construyeron las pilas y estribos de sillería.

Estas obras presentaron bastantes dificultades en su construcción, por estar formado el lecho del río de cantos rodados, que impedían la buena hinca de los pilotes, y por grandes filtraciones, dificultades que fueron resueltas por el distinguido ingeniero M. Parent, auxiliado por el Subdirector de las minas, D. Manuel Montaves.

Este puente tiene dos vigas, armadas de doble T, cuyas cabezas están constituidas por dos hierros en ángulo y el alma por montantes verticales, formados por cuatro hierros también en ángulo y cruces de San Andrés. Estas vigas se apoyan en los estribos sobre unos rodillos de arrabio, cuyos ejes pasan por unos orificios practicados en los lados opuestos de un bastidor de hierro y están coloca-





Florida 245

dos sobre una placa del mismo metal, fija á la fábrica con pernos.

En las pilas, la cabeza inferior de la viga se apoya en una placa de hierro, que encaja en una entalladura practicada en otra pieza dispuesta sobre la pila y perfectamente sujeta á ésta con pernos; la unión de las dos placas está perfectamente engrasada, para que tenga lugar el resbalamiento con facilidad en las variaciones de temperatura.

Las vigas se mantienen á una distancia invariable por cruces de San Andrés colocadas en la parte superior é inferior y además por otras en el sentido transversal del puente, como se ve en el corte (figura 247). Unidas á las cabezas superiores de las vigas y atornilladas á ellas, están las traviesas y en el espacio comprendido se pusieron tablonés sujetos también á dichas cabezas.

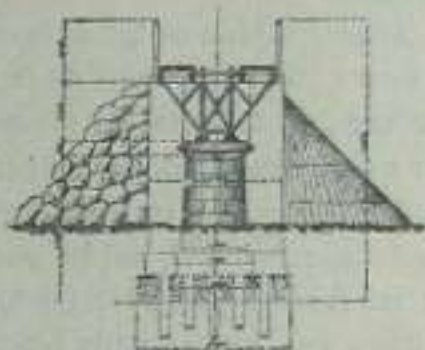


FIG. 247.

Las áceras del puente son de tablonés dispuestos, como se ve en el corte, apoyados en unas escuadras formadas por hierros en ángulo, roblonados á los montantes de las vigas.

Está tan bien proyectado y construido, que ninguno de los tramos presenta flecha alguna.

*Iglesia de la Colonia de San Claudio de Bustiello.*— Su estilo está inspirado en el de la Edad Media, sobre todo en el ojival, que se observa en algunas iglesias del país vasco-francés, las cuales presentan arco triunfal, galerías voladas y techumbre de madera (figura 248). El autor se ha valido del medio punto erigido, tanto en la portada, que recuerda en sus líneas generales las portadas románicas, cuanto en las ventanas que dan luz á las naves laterales (figura 244).

Todos estos elementos combinados con algunos modernos dan al edificio un aspecto sumamente agradable.

*Turón.*— Las casas para obreros tienen dos pisos y retrete, la parte superior es abuhardillada, pero con cielo raso. Su construcción es de mampostería ordinaria, los ángulos y dinteles de ladrillo prensado y los tabiques, del ordinario, habiendo cuarteles que tienen siete y hasta 12 casas, viniendo á costar cada una 2.000 pesetas.

Hay un taller de reparaciones y un depósito de máquinas; éste es de ladrillo y el primero de mampostería ordinaria con los ángulos, dinteles, etc., de ladrillo prensado; saliendo á peseta el metro cúbico de excavación para los cimientos, la mampostería á 8 pesetas, á 11 la de los muros, á 2,50 el metro cuadrado de tabique y 0,35 pesetas el de enlucido.

La Sociedad *Unión Hullera* también tiene casas de obreros para una y para dos familias, viniendo á costar 4.000 pesetas cada una de éstas.

*Mieres.*—Una de las armaduras más notables que hemos visto, es la del taller de acero de la fábrica de *Mieres*. Cubre un espacio rectangular de 26 m. de ancho y ha sido proyectada y construída por nuestro compañero el distinguido ingeniero Sr. Ibrán. Los cuchillos se apoyan en pies derechos, formados por fuertes montantes de hierros en U, unidos por llantas que forman pequeñas cruces de San Andrés (fig. 249). Dichos montantes están sostenidos y roblo-nados á una pieza calada (detalle B), que se apoya en un rodillo y éste en otra del mismo metal convenientemente sujeta á un bloque empotrado.

Los pares son vigas de doble T, cuyas cabezas están formadas por hierros en ángulo de  $\frac{80 \times 80}{12}$ , y el alma por otras de la misma forma con una sección de  $\frac{70 \times 70}{7}$  los de la parte inferior, y de  $\frac{45 \times 45}{5}$  los de la superior; unos y otros están inclinados, formando una serie de triángulos.

A la cabeza superior del par, y sosteniendo el canalón, hay una pequeña pieza de hierro, reforzada en la parte inferior por un jabalcón, formado por hierros en ángulo, cuya sección es  $\frac{100 \times 100}{11}$ . El enlace de la parte interior del apoyo con la inferior del par se hace por un arco de círculo de 3,85 m. de radio.

La dilatación ó contracción en los cambios de temperatura puede verificarse sin inconveniente alguno, por la rotación de los apoyos alrededor de los rodillos.

Las correas son también vigas de doble T, cuyas cabezas están formadas por hierros en ángulo, unidas por llantas de  $50 \times 5$ , constituyendo pequeñas cruces de San Andrés y se unen á los pares como indica la figura (enlace A).

Los cabios son de doble T.





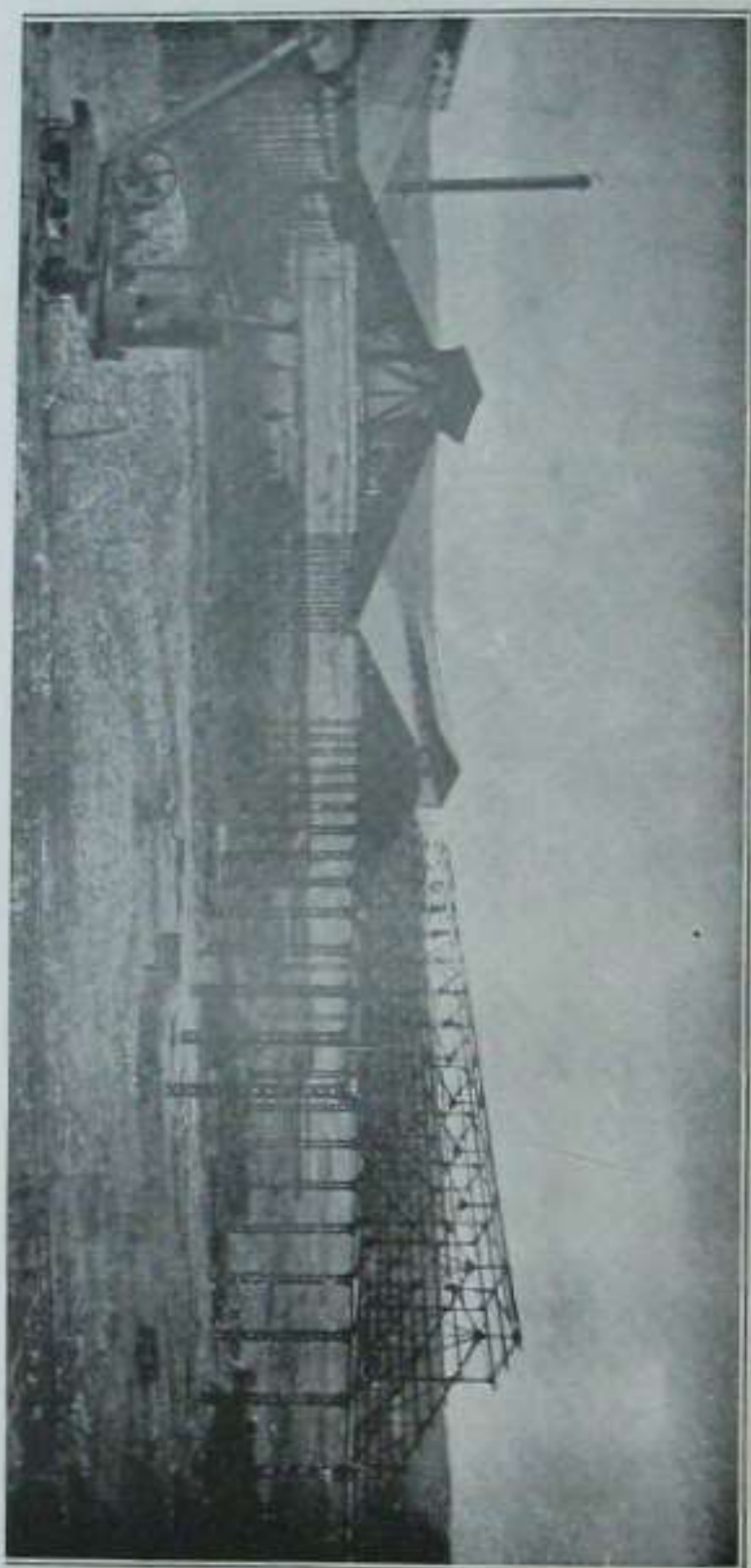


FIGURA 250

A una altura de 5,32 m. y en la parte interior de los apoyos hay unas fuertes ménsulas que sirven para sostener unas vigas, en el espacio cubierto hay otras dos paralelas entre sí y a las anteriores, que distan 0,57 m. Todas tienen carriles en la parte superior por donde marcha un puente grúa para el servicio del horno Siemens, construído debajo.

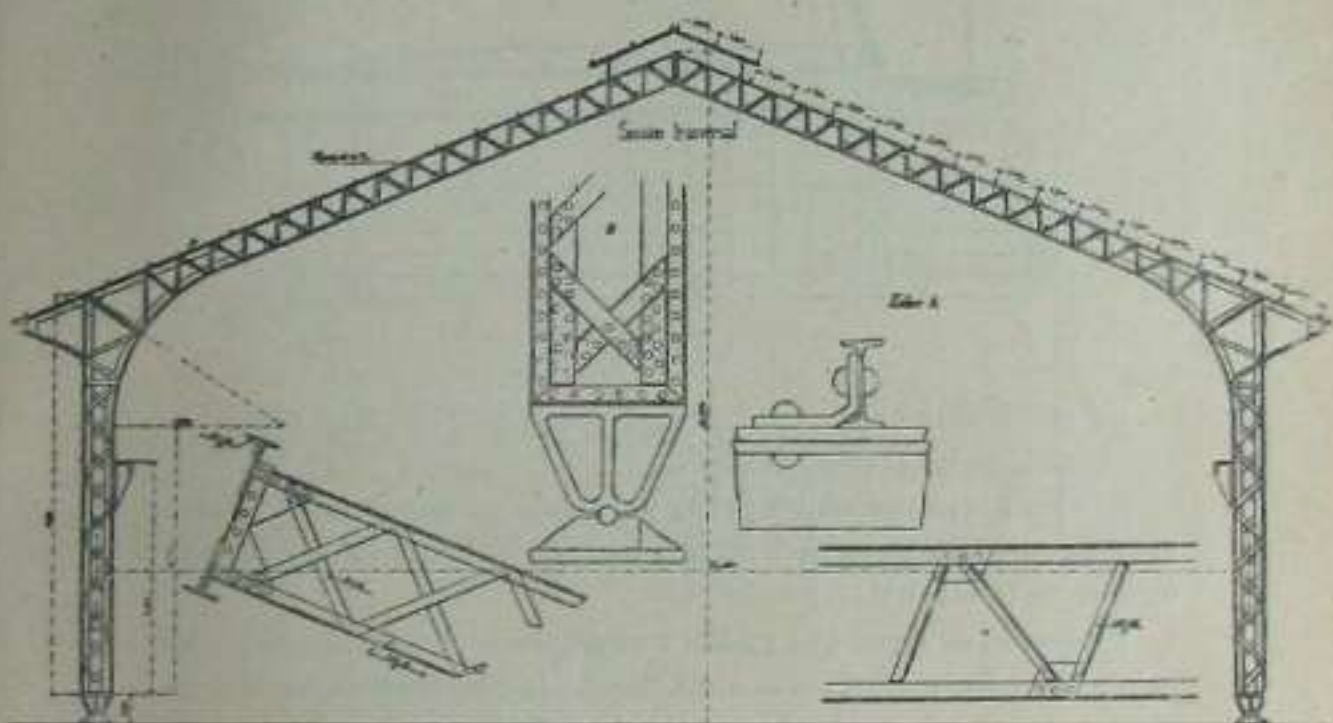


FIGURA 249

En la fábrica la *Viscaya* (Bilbao), hay otra análoga a ésta. La figura 250 representa la del taller de laminado.

*La Felguera*.—Para surtir de agua a esta fábrica, el distinguido ingeniero Sr. Fábrega proyectó un canal, que la toma del Nalón, en el sitio denominado la Barraca, término municipal de Sama.

La fábrica necesita 3.200 m<sup>3</sup>, cada veinticuatro horas y como durante el día funcionan los lavaderos de carbón, que hay aguas arriba, la ensucian y se ven obligados a tomarla por la noche, correspondiendo, por lo tanto, a 74 litros por segundo.

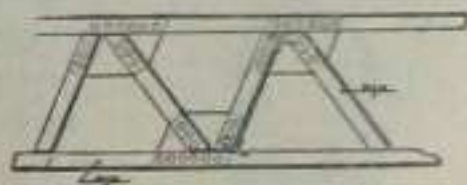


FIG. 250.

Como el lecho del río está formado por cantos rodados y hubiera sido bastante costoso hacer una presa, se ha excavado lo suficiente para que las rasantes del canal queden 1,50 m. más bajas que el nivel ordinario de las aguas.

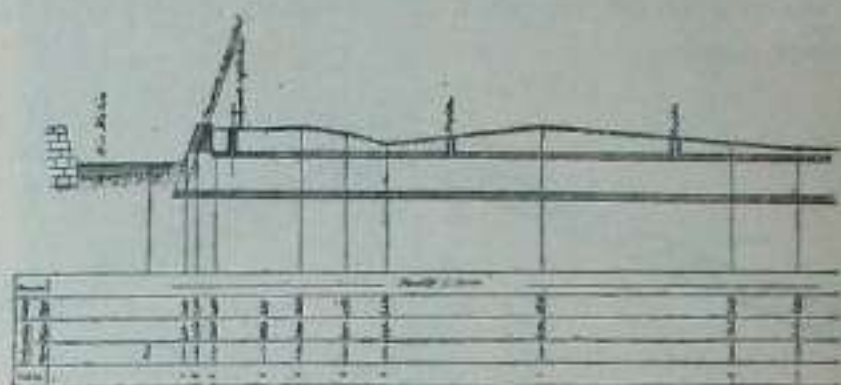


FIGURA 251

En la parte inmediata al río (figs. 251 y 252) hay una rejilla y a continuación está la compuerta.

El canal termina en un pozo, de donde unas bombas elevan el agua al depósito, para distribuirla después por tubos a los departamentos de la fábrica.

El exceso de agua que pudiera acumularse en dicho pozo, por haber elevado la compuerta algo más de lo necesario ó por una parada de las bombas elevadoras, tiene salida por otra galería, construida á un nivel más elevado que el de llegada; termina en la alcantarilla adonde van á parar las que se han utilizado y de ésta van todas al río Caudín (afluente del Natón), que pasa por la fábrica.

*Sección del canal subterráneo*

FIG. 252.

De los cálculos hechos por el Sr. Fábrega, resulta: que la compuerta debe elevarse 0,25 m., la velocidad de las aguas del río es de 1,01 m. por segundo, el gasto de 28,018 m<sup>3</sup>, y en estiage, 14; cantidad de agua 189 veces mayor que la necesaria para los servicios de la fábrica.

*Ejecución de la obra.*—Hecha la excavación, colocó una capa de guijo, sobre ésta un zampeado, que cubrió con una capa de mortero hidráulico bastante fluido, para que penetrase y recebase bien todas las juntas, después

construyó los muretes, con los taludes indicados en la fig. 252, dándoles un espesor de dos ladrillos y medio en la parte superior, sobre éstos la bóveda cilíndrica, cuya directriz es algo mayor que una semicircunferencia, y por último, la contrarrosca.

Al zampeado lo cubrió con una capa de mortero hidráulico de tres centímetros de espesor y de uno á los muretes.

## PRESUPUESTO

CONCEPTOS	UNIDADES	PESOS POR UNIDADES	PARCIALES
Longitud en metros.....	940	75	70,500
Registros.....	4	28	112
Pozo.....	5,50	210	1,115
Calderas, motor, bombas é instalación.....	1	40,000	40,000
Depósito de 3,000 m <sup>3</sup> .....	1	18,000	18,000
Tubería de 0,30.....	300	35	10,500
Expropiación.....	3	2,500	7,500
<i>Total.....</i>			152,767
<i>Imprevistos.....</i>			7,233
<b>Total general.....</b>			<b>160,000</b>

*Morteros y hormigones.*—Los morteros empleados fueron los siguientes:

(a)	{	Escoria pulverizada.....	4 volúmenes.
		Polvo de ladrillo.....	2 "
		Cal ordinaria.....	3 "

Mezclando cuatro partes de éste con una de cemento de Zumaya y el agua necesaria, se tiene el que empleó para el zampeado y la contrarrosca.

El que usó para la fábrica de ladrillos estaba compuesto de

Cemento de Zumaya.....	$\frac{1}{3}$
Arena de río.....	$\frac{2}{3}$

El mortero empleado para cubrir el zampeado y los muros estaba formado de cemento de Zumaya y arena en partes iguales, y después puso un enlucido de dicho cemento.

Formó el hormigón con dos volúmenes del mortero (a), y uno de escorias, partidas en tamaños de naranjas pequeñas.

El depósito es de mampostería ordinaria formada con grandes mampuestos y mortero (a), el enlucido con cemento de Zumaya y arena, en partes iguales.

El mortero usado por el Sr. Fábrega en las construcciones ordinarias está compuesto de

Cal ordinaria.....	4 volúmenes.
Escorias del alto horno pulverizadas en agua..	6 "

Para un metro cúbico de fábrica de ladrillo empleaba 0,420 m<sup>3</sup>. de mortero.

También el Sr. Ibrán, en la fábrica de *Mieres*, aprovecha las escorias de los altos hornos para hacer mortero y hormigón; éste lo forma con

Escombros de cal.....	3 volúmenes.
Cal fina.....	2 "
Arena de escoria molida.....	3 "
Arena de cal gruesa.....	3 "

Con este hormigón ha construido un muro de sostenimiento que tiene gran estabilidad.

D. Manuel Fernández usa otro mortero formado por residuos del lavado de la hulla (*schalamms*), mezclados con cal y la cantidad de agua suficiente, dando buen resultado en las construcciones de poca importancia.

Un éxito mucho mejor se obtiene mezclando la cal con ciscos, que provienen de la cokización en montones, siendo las cantidades generalmente adoptadas, una de cal por dos de ciscos. También pueden mezclarse en estas proporciones la cal con las cenizas y el polvo de cok, que pasa por entre las barras de la parrilla donde se verifica la combustión.

El ilustrado auxiliar del Cuerpo de Minas, D. Ramón Rodríguez, utiliza los residuos de la destilación del azogue, mezclándolos con cal y obtiene un mortero algo hidráulico, que da muy buenos resultados; así que, no sólo lo usa él, sino que le piden dichos residuos para muchas construcciones de la localidad, proporcionándole la ventaja de quedar libre el espacio que ocupaban en la fábrica.



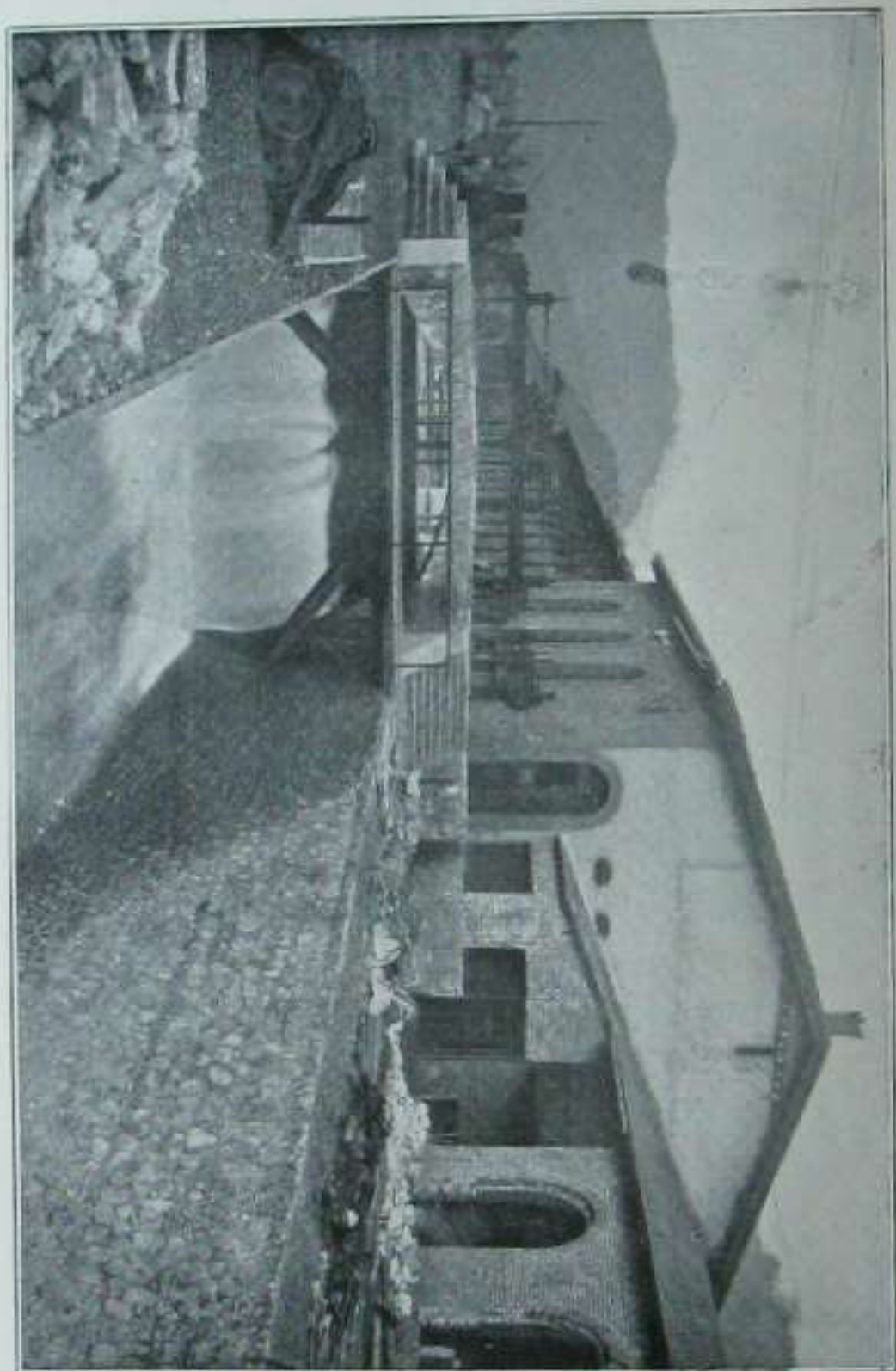


FIGURE 253



Ha construido un conducto de humos con hormigón, que se compone de

Residuos partidos en tamaño de 4 á 5 cms.....	7 cestos.
Idem id. id. de 1 cm.....	3 "
Idem id. de menos de $\frac{1}{2}$ cm.....	2 "
Cal en polvo.....	2 "
Cubos de agua.....	2 "

Un cesto de los primeros pesa 18 kg.; uno de cal, 6,20; un cubo de agua contiene 10,60 litros.

En muros de 0,50 m. de espesor, avanza el fraguado lo suficiente para poder quitar los tableros á las veinticuatro horas en alturas de 1,20 m.

El hormigón empleado en la *Vizcaya* (Bilbao), para los cimientos del taller de laminación, que estaban construyendo, se compone de

Cemento de Portland.....	2 volúmenes.
Escoria granulada de los altos hornos.....	2 "
Partida al tamaño de 4 á 5 cm.....	10 "

y la cantidad de agua necesaria para que resulte con la consistencia adecuadas.

Análoga composición tiene el empleado en las obras del puerto de Bilbao, pero no tiene escoria, sino piedra de las canteras de Aspe, partida en los mismos tamaños.

La *Compañía de Asturias* tiene un canal que toma las aguas de Nalón, las conduce á dos turbinas de 80 caballos cada una, en estiaje, y 100 en invierno, disponiendo, por lo tanto, de un esfuerzo de 200 caballos, en algunas épocas del año, para mover las máquinas de los talleres que tiene en *La Felguera*. Dichas turbinas están colocadas lateralmente; así que, echadas las compuertas, se pueden hacer las reparaciones necesarias.

Además, aguas abajo y á muy pequeña distancia, hay otras, para contener y elevar el nivel del agua en el canal, marchando la sobrante por encima de ellas, como se ve en la fig. 253.

*Mosquitera*.—No teniendo suficiente resistencia el terreno donde se han construido los talleres de lavado de esta mina, se han visto obligados á referir el peso de la construcción y de los aparatos á

otra capa más resistente, situada á 6 m. de profundidad por medio de un pilotaje, sobre el cual han colocado un emparrillado de madera, y encima de éste una capa de hormigón de 0,80 m. de espesor. Sobre esta capa han construido el edificio, dando á la base de los muros un espesor algo mayor que el necesario para poder atender á las necesidades futuras con pequeño gasto.

*Hornos de cal.*—Ya hemos dicho que en *Basurto* (Bilbao), donde está la estación de descarga del cable flotante, hay dos hornos de cal que tienen 8 m. de altura, su forma es análoga á la de los hornos altos, la parte superior á los etalajes es tronco-cónica, está construída con arenisca silícea de Galdácano y de los etalajes para abajo es de ladrillo ordinario, por pertenecer á la zona fría. Son de cocción constante, tienen 2,30 m. de diámetro en el vientre, y 1,50 en la parte superior.



FIGURA 254.

Las cargas se hacen por capas alternadas de cok y de caliza, empleando 6 cestos del primero y 15 de la segunda, viniendo á gastar algo menos de una tonelada de cok para cada cuatro cargas.

El transporte de la caliza hemos dicho que se hace por el cable flotante y viene á costar á 0,50 pesetas por tonelada.

La cal obtenida es algo hidráulica, y la producción de cada horno es de unos 19.600 kg.

*Puerto de Bilbao.*—Hace algunos años que en el abra de Bilbao se está construyendo un rompeolas, con objeto de poner al abrigo de los temporales á los barcos que, por su mucho calado, no pueden entrar en la ría.

Este rompeolas tiene dos alineaciones, una de 950 m., á partir de la costa occidental y la otra de 500, formando con la primera un ángulo de 165°.

El perfil transversal (parte de la derecha) (fig. 254), según el pro-

yecto primitivo consta: primero, de una base formada por escollera natural, que se eleva hasta 6 m. debajo de la mar viva y cuya sección es un trapecio de 54 m. en la base menor, llegando á 80 la del fondo en las partes más profundas; segundo, de otra escollera formada de bloques de hormigón de 30 y 50 metros cúbicos, cuya masa tiene también por sección un trapecio de 45 m., en la base inferior, y 30 en la superior, situada al nivel de baja mar viva; tercero, después de igualar, con escollera y hormigón, los huecos que dejaban los bloques, se construyó una superestructura de obra concertada, de 12,20 m. de ancha en la base y 10 á la altura del piso, que está á 7, sobre el nivel de dicha baja mar. En el referido piso se elevaba, por el lado exterior, un parapeto de defensa de 3 m. de alto y 4 de ancho, construído con hormigón de cemento Portland y fabricado entre tableros en el sitio de la obra. El cuerpo de la superestructura está formado con paramentos de bloques de hormigón de 3 m. de largo, 1  $\frac{1}{2}$ , de ancho, y 1 de altura, colocados alternativamente á soga y á tizón, habiéndose rellenado la parte central con hormigón de cemento de Zumaya.

Esta superestructura estaba protegida de las socavaciones de las olas por una banquetta de lo mismo, de 3,50 m. de alto por 4 de ancho.

Habiendo experimentado esta obra algún deterioro por las socavaciones de las olas, el ilustrado ingeniero Sr. Churruca propuso, y así se acordó, que la superestructura se construyese en lo sucesivo rellenando los huecos de la escollera de bloques, con sacos de hormigón de 10 toneladas y otros cantos del mismo peso. Igualado todo con hormigón, se colocarían encima unas cajas de hierro de 12 m. de largo, 6 de ancho y 2 de alto, que llenas de aquel material, formarían una especie de grandes bloques de 144 m<sup>3</sup>. colocados á tizón, que con la parte metálica pesaban más de 300 toneladas cada uno.

Reparados los deterioros producidos en el invierno precedente, se defendió el paramento exterior de toda la parte reparada y la inmediatamente anterior con gran número de cantos de 30 m<sup>3</sup>. cada uno, colocados cuidadosamente sobre la berma exterior, formando dos filas de dos hiladas cada una; por lo que la parte superior de ellas llegaba casi á la altura del piso del rompeolas.

Terminadas las reparaciones al finalizar la campaña, se construyó, á continuación de la obra reparada, como vía de ensayo, un pe-

queño trozo, según el nuevo sistema, colocándose dos de los cajones antes descritos; sobre ellos construyó el resto de la superestructura, perfectamente enlazada con la anterior; la defendió en su extremo y en el lado de afuera con bloques de 30 m<sup>3</sup>, como había hecho en la parte reparada y en la contigua á ésta en unos 150 m.

El primer temporal de la estación, en los días 12 y 13 de Noviembre de 1894, sólo removi6 seis de dichos bloques y aumentó la estabilidad de los demás, pues hicieron su asiento y se acuñaron unos con otros. Practicáronse las reparaciones convenientes con otros de antemano colocados en la superestructura y cuando llegó otro temporal, á mediados de Diciembre del mismo año, sólo se movió uno; lo cual probaba la estabilidad adquirida y la esperanza de que persistirían indefinidamente; pero en los dos últimos días de dicho mes sobrevino el tercero, obrando con tanta intensidad, que causó considerables daños en los puertos.

El cargadero de Dícido, á pesar de haber sido construído con pilotes de hierro, provistos de roscas Mitchel, introducidas en el fondo y la poca resistencia que presentaba á la acción del mar, fué arrancado de cuajo, habiéndolo reemplazado después por el que en otro lugar hemos descrito.

Grandes fueron también los desperfectos en las obras de que hablamos, pues la masa de bloques de 30 m<sup>3</sup>, y más de 60 toneladas de peso cada uno, que tan perfectamente se habían colocado con el titán para la defensa de la superestructura, fueron arrastrados á la base del talud, dejando al descubierto y sometido á la acción de las olas el pie de dicha superestructura, que minaron, produciendo grandes socavaciones en los 132 últimos metros, no habiendo experimentado deterioro los 126,50 más próximos á la costa. En los primeros abrió diferentes brechas y los 12 últimos metros, que por vía de ensayo habían construído con los cajones llenos de hormigón, fueron desprendidos y arrastrados á 32 de la posición que tenían, llevándose también, unida á ellos la superestructura correspondiente, formando todo un monolito de 80 m<sup>3</sup>, próximamente, con un peso superior á 1.600 toneladas.

Las observaciones hechas por el Sr. Churruca, le indujeron á variar la construcción, para mayor garantía contra los temporales, como el citado; por lo cual deja la base terminada, según el proyecto primitivo, como defensa exterior y construyendo á su abrigo

la superestructura, la funda á 5 m. por bajo de la baja mar, sobre una base de escollera, que es prolongación interior de la construída anteriormente (fig. 254, parte de la izquierda). La nueva posición de la superestructura convenía situarla á cierta distancia de la anterior, tanto para que los golpes de mar llegaran á ella muy amortiguados, después de romper en el basamento hecho y canalizo intermedio entre una y otra obra, como para facilitar su construcción, según el sistema que vamos á describir.

Hoy se construyen en Aspe á la orilla de la ría, grandes cajones de chapa, que tienen 13 m. de longitud, 7 de ancho y otros 7 de altura, están reforzados interiormente con piezas de hierro que lo dividen en seis compartimientos iguales.

Para trasportarlos á la obra, se colocan en carros transbordadores y después se les hace resbalar por seis carriles inclinados hasta que queden flotando, introduciéndose 0,30; se lastran con una tongada de hormigón de cemento de Portland de 1,50 m. de espesor, que les hace calar 3,30 m. próximamente y se remolcan á medida que son necesarios.



FIG. 255

Para colocarlos en el sitio donde han de quedar, los buzos enrasan previamente la escollera, hacen entrar agua en el cajón y va descendiendo convenientemente guiado; practicándose esta operación durante la baja mar equinoccial, tendrán 5 m. bajo el agua y por lo tanto, 2 fuera de ella.

Para llenarlos de hormigón, se colocan con el titán, en cada compartimiento, dos bloques de 30 metros cúbicos, iguales á los que emplean en la construcción del basamento actual, cuyas dimensiones son  $4 \times 3 \times 2,50$  m.; las dos primeras dimensiones son las horizontales y corresponden con poca diferencia á las que tienen los expresados compartimientos.

La colocación de los 12 bloques se hace con rapidez, quedando reducido el hormigón, hecho en la obra, al necesario para rellenar los huecos, unir entre sí los expresados bloques, á éstos con el cajón y además la tongada superior de 0,50 m. de altura media extendida sobre ellos, para completar el relleno y dejar una superficie horizontal, puesto que se ha de construir sobre ella el resto de la superestructura. Dicho relleno se hace durante la baja mar, extrayendo primero con una bomba el agua que ha quedado en los huecos del cajón, esto se practica en 15 minutos, después echan el hormigón

y queda una masa de  $13 \times 7 \times 7 \text{ m.} = 637 \text{ m}^3$ , que pesa 1.300 toneladas. Así, aunque se oxide el hierro, resulta siempre un cimiento formado con grandes monolitos de hormigón, cuya resistencia será mayor que la de los demás sistemas hasta ahora empleados.

Sobre esta fundación, que llega á dos metros sobre la baja mar equinoctial, se construye el resto de la superestructura, formando los paramentos con hiladas de bloques de 30 metros cúbicos, y el interior lo rellenan de hormigón, de fraguado rápido, hasta una altura de siete metros sobre dicha baja mar, donde está el piso de la obra, cuyo tránsito va defendido del lado del mar por un fuerte parapeto monolítico de 1,50 m. de altura por 2,50 m. de ancho, sujeto al cuerpo inferior de la obra con espigas de hierro para darle mayor estabilidad contra los golpes de mar.

Con el mismo objeto se le da exteriormente la forma redondeada, para que las olas pasen por encima con facilidad, pues según algunos ingenieros, por elevados que sean los parapetos y aunque estén provistos de molduras para que las masas de las olas caigan hacia fuera, siempre, en los temporales, pasan por encima; el que produjo las averías últimas en la superestructura, llevó todos los bloques de 30 metros cúbicos que sobre ella se habían depositado, para sustituir á los de la defensa exterior que se llevara el mar; además, el volumen de agua que los parapetos elevados rechazan, contribuye á socavar las fundaciones. Por estas razones, el Sr. Churruca prefiere reducir la altura de estos á la necesaria para asegurar el tránsito en épocas ordinarias.

El perfil descrito sufre alguna alteración en la proximidad de la costa, donde la profundidad es menor, en cuyo caso los cajones van teniendo menos altura gradualmente y se colocan sobre la roca del fondo, previamente enrasada en escalones, formados con sacos de hormigón.

Las piedras para formar la escollera, base de la fundación, se extraen de las canteras de Aspe y las cargan en gabarras que las transportan á la obra.

Los bloques se construyen también en Aspe; la piedra machacada es conducida en vagones y antes de descargarla, se la somete á un chorro de agua que la lava y cae por el fondo del vagón; después se la vierte en un punto, de donde la cogen los cangilones de una noria que la eleva á una tolva; dos obreros echan la cal hidráu-

lica y el agua llega por un tubo provisto de llave. De dicha tolva cae todo á un tromel, donde se forma el hormigón y lo llevan á la caja que le sirve de molde, donde lo apisonan los obreros. Antes de terminar, colocan dos fuertes horquillas de hierro que atraviesan unas pequeñas planchas y terminan en bolas, como puede verse en la fig. 256.

Lleno el cajón, se desarma, quedando el blo. que expuesto al aire algunos meses para secarse, vuelven á armar dicho molde á continuación, de tal manera, que los bloques queden en línea recta para colocar después un carril á cada lado, formando una vía, por donde marcha la grúa movida por la electricidad.



Fig. 256.

Cuando están secos y se quiere transportarlos á la obra, hacen avanzar á aquella hasta colocarla sobre uno de ellos, lo coge por las horquillas, y cuando está suspendido, se hace marchar la grúa hasta colocarse sobre un carro transbordador, donde se deja el bloque. Quitada esta, avanza al carro hasta colocarse debajo de otra también móvil, que coge al bloque y lo traslada á una gabarra.

En la parte de Algorta, el muro se construye formando los paramentos con bloques de menores dimensiones, provistos de entalladuras en las caras de unión para mayor enlace y la parte central se rellena con hormigón.

*Puerto del Musel.*—Esta obra está también en construcción y las fundaciones se hacen por aire comprimido. Hay dos campanas de buzo, una de  $11 \times 5$  m., otra de  $17 \times 5$  m., siendo 2,50 m. la altura de ambas. Tienen teléfonos para comunicarse los buzos con el exterior, y llevan los auditivos en la misma escafandra.





## RESUMEN

---

La marcha de los trenes en los ferrocarriles ordinarios, se verifica por adherencia, puesto que las rasantes de la vía no tienen gran inclinación; pero si ésta aumenta, dicha adherencia disminuye en el momento preciso en que es necesario mayor esfuerzo para subirla, pudiendo llegar á ser tal, que el transporte no sea posible hacerlo por locomotoras. Si pasa de  $10''$ ,  $12'$  y  $10''$ , los vagones, puestos en la vía, resbalarán, aunque se fijen las ruedas y como la de los planos inclinados es generalmente superior á la expresada por dichos números, para servirse de aquéllos ha sido necesario recurrir á la tracción funicular, transportándose trenes por este medio, como hemos dicho, á los puntos donde se desee. Sin embargo, como en los citados planos la resistencia es á la rodadura, aunque el tren descendente ha de proporcionar la energía necesaria para la subida del vacío y vencer otras resistencias, basta con una pendiente menor que la últimamente expresada para asegurar la marcha de un plano automotor.

En la zona minera de Bilbao hay alguno, cuyas rasantes tienen una inclinación de 5 por 100, y el peso del tren cargado no es suficiente para iniciar el movimiento; pero basta agitar un poco el cable en la cabeza, para ponerle en marcha y que continúe, sin auxilio alguno, hasta el pie, haciendo subir al mismo tiempo al tren de los vagones vacíos; así que, aumentando algo la pendiente, se tendrá un plano automotor.

La inclinación de los que hemos visto varía, generalmente, de  $16$  á  $32^\circ$ ; (en el de San Fermín es mayor), y no bastando los frenos en algunos, están provistos, además, de reguladores de paletas.

Cuando un plano inclinado tiene más de una pendiente, es pre-

ciso unir las por curvas, dispuestas de tal manera, que el cable no deje de apoyarse en los rodillos. Si los ángulos son entrantes, una parte del cable se levanta, cae después golpeando la vía y se deterioran uno y otra, por lo cual la unión de dos pendientes contiguas debe hacerse por una catenaria, que es la curva formada por el cable; pero en la práctica se la sustituye por un arco de círculo tal, que sus puntos más bajos queden á la misma altura ó un poco por encima de los correspondientes á la primera curva. Si dichos ángulos son salientes, el cable ejercerá mayor presión en el rodillo colocado en el vértice y también se deteriora, por lo cual se debe hacer lo posible para que difiera poco la inclinación de las rasantes que forman dichos ángulos y se sustituye al vértice por un arco tangente á ellas.

La longitud es muy variable, según las necesidades y otras causas que hay que tener en cuenta en cada caso; los hay desde 70 metros y aun menos, hasta 1.097 m. que tiene el de *La Orconera*, siendo éste el mayor de los que hemos visto y el que desarrolla en curva una parte de su longitud, como también el de El Espinal; los demás son rectos, y la mayor parte no pasan de 500 m. (1). Generalmente son de doble vía, la explanación es de 2,20 por lo menos, lo más común es de 3,50 m.; el ancho de la vía oscila entre 0,50 m., que son las más estrechas, á un metro; lo más frecuente es de 0,60 m., y el de la entrevía 0,75 m. habiendo algunos en que esta anchura pasa de un metro.

El peso de los carriles, varía desde 10 hasta 28 kg. por metro, esto depende de la importancia del plano y por consiguiente, del número de vagones que forman los trenes, cantidad del mineral que llevan, etc.; pero lo más frecuente es de 12 á 15 kg. por metro.

Hemos observado también, que en los planos inclinados de Santander y Bilbao, las vías se bifurcan en la parte superior, resultando, por lo tanto, cuatro en la cabeza, como hemos visto en la fig. 15; las laterales son apartaderos por donde los vagones marchan solos algunos metros, alejándose lo suficiente para no embarazar las maniobras de enganche, formación de los trenes, etc. Esta ventaja es indudable; pero también tiene el inconveniente, que cuando los trenes suben por estos apartaderos, el tiro es bastante oblicuo, los

---

(1) En el extranjero hay alguno que llega á 1.500 m.

extremos del cable sufren un rozamiento con los bordes de la elevación, sobre la que se han construido dichos apartaderos y para atenuarlo y evitar en lo posible el deterioro del cable, han puesto todo á lo largo de la arista piezas de madera ensambladas y engrasadas. En Asturias, los apartaderos están al nivel de las demás vías de la plaza de maniobras; al llegar los trenes vacíos, marchan por ellos, en virtud de la velocidad adquirida, separándose lo suficiente para no embarazar las operaciones en dicha plaza, como sucede en *La Baltasara*. En otros planos de este país, dichos apartaderos no están en la referida plaza, en cuyo caso, los obreros tienen que separar los vagones vacíos y aproximar los cargados para engancharlos al cable, ocasionando esto mayor gasto.

Otra diferencia que hemos notado es que en Asturias los cables se arrollan, por lo general, en poleas, ya con el eje vertical, ya horizontal ó ya inclinado; mientras que en Bilbao el arrollamiento suele hacerse en tambores de gran diámetro, empleando las poleas solamente en los planos inclinados de importancia muy secundaria.

Los construidos en el último punto citado, suelen estar calculados para transportar en el mismo tiempo mayor número de toneladas que los de Asturias, pues en el de *La Orconera*, los trenes se componen de ocho vagones cargados con 7 y 7  $\frac{1}{2}$  toneladas cada uno, y el de la *Franco-Belga*, lo está para trenes de 12 vagones, que llevan cada uno dos toneladas. Esto se explica fácilmente, porque en Bilbao tienen siempre demanda, cualquiera que sea la producción de las minas, gran facilidad para el arranque, puesto que son explotaciones á roza abierta y hay gran interés en transportar mucho; mientras que en Asturias es subterránea, ofrece, por lo tanto, mayores dificultades, es mas peligrosa por la existencia de cupas que desprenden gases (*grissú*), y sobre todo, por ser menores los pedidos y la ganancia que tienen por tonelada. Si en estas condiciones aumentasen la producción, como pueden hacerlo y hay muchas minas preparadas con este objeto, sería tal el exceso de materia sobre la demanda, que la explotación de esa comarca sería ruinosa. Así que los planos inclinados y demás medios de transporte, deben construirse con más economía que en Bilbao; afortunadamente, los pedidos de combustible han aumentado en estos últimos años, y si algún día necesitase adquirir un desarrollo mucho mayor del que hoy tiene la industria minera asturiana, las Sociedades cuentan con labores pre-

paradas y medios más que suficientes, para satisfacer con exceso los pedidos que se les hagan.

En Bilbao los planos inclinados son generalmente de una sola pendiente, mientras que en Asturias hay muchos que tienen más de una.

Hemos visto también bastantes con los rodillos colocados muy bajos, siendo necesaria una pequeña excavación en el suelo para que puedan girar; esto tiene el inconveniente de que las lluvias los aterran bien pronto y ensucian los coginetes, hasta el punto de que, pasando el cable sobre ellos, no giran y se produce el resbalamiento que deteriora al cable y al rodillo. Estos cuestan á unas 15 pesetas y los de madera más baratos.

Generalmente los ejes de las poleas ó tambores donde se arrollan los cables están apoyados en machones de mampostería, que tienen suficiente altura para poder pasar los trenes por debajo sin embarazo alguno; rara vez están al nivel del suelo y en este caso pueden colocarse á un lado del plano, como sucede en *La Baltasara*, en la prolongación de dicho plano, como en el de *Mariana (Mieres)* ó debajo de la vía en la plaza de maniobras, como sucede en el de *San Fermín (Galdanes)*; de todos modos, el frenero debe ver todo el plano, para detener los trenes en el momento que sea preciso.

En los planos inclinados donde se usan cables planos, deben ponerse los rodillos más próximos, por ser mayor la flexión, que cuando se usan cables cilíndricos; en las secciones que están en curva han de colocarse también más próximos que en las construídas en línea recta.

La velocidad media de los trenes es muy variable, generalmente está comprendida entre tres y siete metros por segundo.

Los cables metálicos, para el mismo peso, son tanto más flexibles cuanto mayor es el número de alambres; pero con este aumento crece rápidamente la dificultad de la construcción, y principalmente, de hacer que todos los hilos sufran esfuerzos iguales; esto unido á que, arrollados, no ofrecen la misma resistencia que antes, por haber disminuído algo con el arrollamiento, hace que sólo se pueda contar, para la resistencia del cable, con los  $\frac{4}{5}$  de la que tendría, si se considerasen aislados los alambres que lo forman.

El deterioro de los cables proviene de las flexiones que experimentan al arrollarse en las poleas ó tambores y para atenuar esta

causa, es preciso hacer que dichas poleas ó tambores tengan un gran diámetro. La práctica aconseja que el diámetro de los alambres no debe exceder de  $\frac{1}{200}$  del que tengan los tambores, ó que el de estos sea por los menos 100 veces el del cable. El coeficiente de seguridad suele variar de 8 á 10.

Otra causa de deterioro del cable es el rozamiento que experimenta con los rodillos; el desgaste interior, generalmente es pequeño, se reduce á un pulimento de los alambres por el rozamiento de los unos con los otros, principalmente entre los torones; así que para ver si conviene ó no renovar un cable en servicio, bastará con observar su superficie. Sin embargo, pudiera suceder que la humedad penetrase en el interior y oxidase los alambres hasta llegar á destruirlo; esto se evita cubriéndole con una capa de brea, ó mejor de brea y aceite de colofonia, que ha dado muy buenos resultados en algunos puntos.

Para disminuir en algo el desgaste del cable al arrollarse á las poleas, se ha puesto en las gargantas cuero, caucho, estopas ó madera.

Todas las plataformas empleadas en los planos de gran pendiente tienen la misma forma; la de Turón costó 380 pesetas.

Si comparamos el plano inclinado de contrapeso de agua con los demás ascendentes, vemos que tiene el defecto de ser mayor la masa en movimiento, por lo que la fuerza viva puede llegar á ser grande y si fuese necesario parar con prontitud estando en marcha, podría romperse el cable ó por lo menos sufrirían una sacudida fuerte los aparatos de la cabeza del plano, por cuya razón, la velocidad debe ser menor que empleando máquina. En este caso, las paradas pueden hacerse sin dificultad alguna en el momento que se desee; la velocidad puede ser mayor sin inconveniente alguno, lo cual tiene importancia cuando el plano inclinado tiene bastante longitud; la tensión del cable es mayor en el de contrapeso de agua que empleando máquina, por lo que debe tener un diámetro algo mayor; costará más y la componente de su peso según el plano inclinado será mayor, dando origen á una fuerza aceleratriz que va creciendo á medida que desciende la caja llena de agua, cuya fuerza es preciso contrarrestar con el freno.

Sin embargo, esta mayor tensión proporciona al de contrapeso de agua mayor adherencia al cable donde se arrolla la polea; pero

su mayor ventaja consiste en no necesitar una máquina para elevar el mineral, evitándose de este modo los gastos de compra, instalación, reparaciones, combustible, etc. Hay la misma seguridad en la marcha, el transporte puede ser bastante grande, porque el tiempo invertido en hacer llegar á la caja la cantidad de agua suficiente y en vaciarla, puede reducirse al empleado en las maniobras, dando al tubo de llegada y á la válvula de salida los diámetros convenientes; la velocidad puede llegar á 2 m. por segundo en caso necesario, si bien es conveniente que no pase de 1,50. Así que habiendo agua en la cabeza del plano, no teniendo éste gran longitud y la cantidad mineral que se ha de transportar no siendo excesiva, indudablemente el de contrapeso de agua será preferible á emplear una máquina.

*Ferrocarriles.*—Los construidos para los servicios mineros son generalmente de una sola vía, cuyo ancho varia desde 0,55 m. á 1,20 que tiene el de Galdames, pues si bien el de Triano, en Bilbao, es mayor, su objeto es también el transporte de viajeros; la más generalmente adoptada es la de 0,60 m.; el radio mínimo de las curvas suele ser 20 y la pendiente no pasa generalmente de 2 por 100; la de Sabero es la única que llega al 3. La explanación mide unos 3 m. el peso de los carriles varia según el de las máquinas, así que los hemos visto desde  $7\frac{1}{2}$  hasta 28 kg. por metro. La tracción se hace por caballerías y por locomotoras, empleándose el primer medio en los pequeños trayectos, y sobre todo, para el interior. El transporte en dichos trayectos se hace por bueyes y caballos, siendo más convenientes los primeros, cuando hacen igual número de viajes que los segundos, por componerse los trenes de mayor número de unidades en el primer caso; pero si la longitud es suficiente para que los caballos puedan hacer mayor número de viajes que los bueyes en el mismo tiempo, convendría emplear aquéllos. En Orbó, donde el recorrido es de 4 km., los trenes llevados por los caballos se componen de 6 vagones y con bueyes de 7; pero los primeros hacen tres viajes y los segundos solamente dos; resulta, por consiguiente, que los caballos transportan 18 vagones, mientras que los bueyes llevan 14. Si la distancia es de 2 km. á lo más, los dos hacen igual número de viajes, en cuyo caso el buey transporta más peso que el caballo y podrá convenir. Para decidirse por uno ó por otro, se debe tener en cuenta además, que el precio de un buey, en algunos puntos, es tres veces mayor que el del caballo, el gasto de

herraje unas diez veces mayor al mes, la regularidad en la comida influye mucho; el buey es mucho más delicado que el caballo y su manutención cuesta unas 0,50 pesetas más al día. Lo mismo uno que otro hacen las maniobras en la obscuridad á la voz del conductor.

Si hay un camino que recorrer y se fracciona, cuesta más caro el transporte, que marchando de un extremo á otro sin detenerse; en Orbó, el recorrido de 4 km., haciéndolo con caballos, viene á costar á 0,80 pesetas tonelada ó sea más barato que fraccionado.

También se transporta por caballos el mineral de hierro desde los lavaderos de San Salvador, hasta el puente del mismo nombre, en trenes formados por 4 ó 5 vagones, que llevan 700 kg. cada uno. En los 500 m. que tiene este trayecto, un caballo hace 18 viajes completos al día.

Para la tracción se emplean generalmente locomotoras, cuyo peso en marcha suele variar desde 3.500 á 33.000 kg., según las necesidades para que se ha construido la vía; así que en las de 0,60 m. suelen ser de unas 9 toneladas.

El peso que pueden arrastrar, tanto las caballerías como las locomotoras, varía con el estado de la vía, pues si en algunas podemos considerar que para vencer la resistencia á la rodadura se necesita un esfuerzo de 4 kg. para transportar una tonelada en horizontal, en muchos ferrocarriles mineros la vía está descuidada y se necesita elevar este esfuerzo á 10 kg. por lo menos.

Los vagones usados generalmente están dispuestos para bascular, por ser más fácil y rápida la descarga. En *La Orconera* los hay de esta clase y otros que se descargan por el fondo; éstos obligan á tener hombres provistos de barras para mover el mineral y facilitar la caída.

## TRANSPORTES AÉREOS

*Sistema Hodgson.*—Este sistema, llamado por muchos monocable, transporta cajas que pesan 50 kg., llevando de 150 á 200 de mineral; se colocan á 30 m. unas de otras y marchan con una velocidad de unos 5 km. por hora. El coste máximo de transporte por tonelada puede calcularse en 0,75 pesetas, teniendo en cuenta los

gastos de personal, conservación, reparación, carbón y substancia lubricante. La pendiente máxima en estas vías no debe llegar al 30 por 100, con los coginetes que hoy se usan; pues aunque alguna sección de las líneas descritas la tiene, puede observarse que, aún en tiempo seco, hay algún resbalamiento.

Si no hay rampas en toda la línea, esto es, si las cajas cargadas descienden desde la estación de salida á la de llegada, basta, según algunos, que tenga una pendiente media de 10 por 100 para que sea automotor.

La distancia entre los caballetes es muy variable, llegando algunas veces á 200 m.; á ser posible, se debe evitar colocarlos tan separados, pues aunque se procure dar al cable bastante tensión, siempre formará catenaria, tanto más marcada, cuanto mayor sea la distancia; también aumentará con dicha separación el número de cajas situadas en ella, puesto que se colocan á una distancia constante; su peso deforma dicha catenaria, haciendo descender los puntos de suspensión, y por consiguiente, á dichas cajas, para tener que subir después al pasar por uno de los caballetes y la inclinación del cable en la proximidad de éstos, puede llegar á ser la suficiente para resbalar el coginete; resbalamiento que será tanto más de temer, cuanto más usado esté el cable, por el mayor pulimento de su superficie y si el tiempo es húmedo ó lluvioso, la capa de agua que moja al cable sirve de materia lubricante, disminuye la adherencia de los coginetes, resbalarán éstos, se acumularán las cajas entre los caballetes que consideramos y será causa de parada; por cuya razón, los prácticos que están al frente de esta clase de medios de transporte, aconsejan que la distancia entre los caballetes no debe exceder de unos 45 m. Se ha visto que cuando se hallan á 60 m. y la línea tiene bastante longitud, se presentan algunos de los inconvenientes expuestos, sobre todo, si la sección considerada está en rampa.

Se ha observado también que algunas líneas construidas con una inclinación uniforme en toda su longitud ó en grandes secciones de ellas, marchan mejor que otras, donde por economía se han dado á algunos caballetes poca altura, componiéndose la línea en este caso de varias secciones de muy distintas pendientes; estas líneas se adaptan más al perfil longitudinal; pero las paradas y reparaciones son más frecuentes. Un ejemplo de ello son algunos de



los tranvías aéreos de la mina *Mora*, que, teniendo grandes longitudes con inclinación uniforme, marchan mejor que todos los demás de la Sociedad. Por lo tanto, al construir una línea de este sistema, se debe procurar tener el menor número posible de secciones con distinta pendiente, para lo cual se da á los caballetes la altura necesaria; pues ya hemos visto en los de la última mina citada, que los hay de 51 y hasta de 64 m.; los gastos de instalación serán algo mayores, pero en cambio, tiene la ventaja de la mejor marcha y al fin del año se habrán transportado mayor número de toneladas con el mismo ó menor gasto.

El coste de una línea de este sistema varia de un punto á otro según diferentes causas, como el precio de los jornales, distancia y altura de los caballetes, la mayor ó menor longitud á que se encuentra de una vía de comunicación, por donde se han de llevar los materiales que la constituyen, si tiene ó no ángulos, etc.; así que, habiendo costado algunas á 24.000 pesetas kilómetro, para otras ha sido bastante más; por lo cual podemos calcular su coste, por término medio, en unas 28.000 pesetas kilómetro.

*Sistema Bleichert Otto.—Caballetes.*—Hemos dicho que la distancia entre ellos es generalmente 40 m. y la máxima varia entre 500 y 600. Se debe procurar no llegar á ésta, por descender las cajas en la gran catenaria que forman los cables fijos y subir después á pasar por los caballetes correspondientes, obligando al cable móvil á hacer mayor esfuerzo.

Los efectos producidos en ellos por los cables fijos son de inversión ó de rotación, según el sentido en que obren los esfuerzos que se producen por los cambios de temperatura ó por la posición de las cajas. Dichos esfuerzos destruyen tanto más pronto los caballetes, cuanto mayor es su altura y menor su base. Hemos visto alguno en Bilbao que, siendo su elevación la necesaria para no tocar las cajas al suelo, está formado por un madero clavado verticalmente en la tierra, tiene dos piezas horizontales ensambladas, á las alturas convenientes, para soportar en los extremos los coginetes y rodillos donde se apoyan los cables fijos y el móvil, respectivamente; pero cuando se aproximan á él las cajas, se inclina del lado donde se hallan; no conviene, por lo tanto, construirlos tan sencillos, á no ser que se hayan fijado bien, como el representado en la fig. 257, que, constando también, de un solo madero de bas-

tante altura, clavado en el suelo, está reforzado en la parte inferior con tornapuntas y en la superior sujeto con vientos.

Si las estaciones extremas estuviesen muy distantes, sería con-



FIG. 257.

término medio. Los cables que se usan son de acero, y están compuestos de alambres, que suelen soportar una carga de 150 kg. por  $\text{mm}^2$ ; pero como al arrollarlos disminuye en algo su resistencia, podemos considerar que la correspondiente á igual sección de

veniente dividir la línea en secciones de 5 á 6 km., á lo más, por otras intermedias.

En cuanto á la producción puede considerarse que pasan por un punto cualquiera dos cajas por minuto, en una hora serán 120; llevando 450 kg. cada una, el transporte será de 54 toneladas y en diez horas 540; aumentando la velocidad, se puede llegar á 650 y aun á 700, que es el máximo para estas líneas.

Los gastos que ocasiona la instalación de una de esta clase, varían mucho según los casos; ya hemos citado los de algunas, pero otras pueden construirse con más economía; así que creemos podrá obtenerse en unas 55.000 pesetas el kilómetro, por

cable sólo llega á 100. Para los fijos, se admite un coeficiente de seguridad, comprendido entre 4 y 5, y para el móvil suele ser 3, y está más expuesto á romperse, por la flexión que experimenta al pasar por las poleas de cambio.

Los cables fijos que sirven de carriles en esta clase de transportes, no presentan una superficie lisa, por las hélices que forman los alambres; se ha tratado de construir otros que la tengan, presenten una resistencia menor á la rodadura, y por consiguiente, menor esfuerzo al cable móvil para la misma carga. Estos cables son del tipo llamado *excelsior*, representados en las figuras 258 y 259, donde se ve que los alambres no son de sección circular excepto



Fig. 258.

el alma; en la fig. 258, los inmediatos á ésta, están arrollados en un sentido, y los siguientes lo están en sentido contrario, hallándose unos perfectamente encajados en los otros y presentando la capa exterior una superficie unida, que además de facilitar la rodadura, dificulta la entrada del agua en el interior y por consiguiente la oxidación de los hilos; pero su precio es más elevado.



Fig. 259.

Como los cables fijos sufren mayor tensión y rozamiento en los puntos de apoyo sobre los caballetes, para atenuar el deterioro que experimentan, se han ideado algunos medios descritos en la obra de *Laboreo* del Sr. Malo de Molina.

La duración de los cables, depende mucho del cuidado que se tenga, y sobre todo, del engrase, Mr. Gros, aconseja para esto una mezcla de brea vegetal y grasa de buey,  $\frac{3}{4}$  de la primera, y  $\frac{1}{4}$  de la segunda, que se calienta, se remueve y aplica con una brocha, cuidando también de hacer girar  $90^\circ$  de cuando en cuando á los cables fijos y cambiar de sitio los manguitos ó estrellas del móvil.

Estando bien conservados, los primeros pueden durar de cinco á diez años.

Todos los transportes aéreos de este sistema que hemos visto son automotores, el de la demasía *San Antonio*, tiene primero una rampa desde la estación de carga al túnel; después está en pendiente con un 7 por 100 desde éste hasta el ángulo, y dicha pendiente continúa con 12,50 por 100 hasta la estación de descarga. Vemos que el

descenso de las cajas cargadas, no sólo hace subir á las vacías y la rampa á las cargadas, sino que ha sido necesario introducir una nueva resistencia, empleando el regulador de paletas y auxiliar á éste en las paradas con los dos frenos de cinta; por consiguiente, aunque dicha pendiente fuese menor en la última sección, indudablemente continuaría siendo automotor. Recordado también que lo es el de la demasia *Ser*, cuya pendiente no llega al 8 por 100, y que las cajas cargadas han de subir una pequeña rampa al salir de la estación de carga, lógico es suponer que, si toda la línea estuviese en pendiente, y ésta fuese también algo menor, el tranvia seguiría siendo automotor; y por último, continuará siéndolo, según Pohlig, siempre que toda la línea esté en pendiente y que ésta no sea menor de 4,50 por 100.

Ahora se concibe perfectamente que, teniendo el de Quirós una pendiente media de 17,50 por 100, no bastasen los frenos para disminuir lo necesario la velocidad, á pesar de apretarlos tanto, que el calor desarrollado llegase á quemar los trozos de madera colocados en ellos; sino que además necesite el regulador de paletas, como hemos dicho en el lugar correspondiente.

*Comparación.*—El primero de estos dos sistemas es indudablemente más ventajoso cuando no es grande la cantidad de mineral que se ha de transportar, ni muy grandes las pendientes, por resbalar los coginetes con los cables, sobre todo en tiempo de lluvia; las estaciones y caballetes son más sencillos, las cajas más pequeñas y se colocan á menor distancia que en el segundo, resultando, por consiguiente, el peso más uniformemente repartido en el cable y, por último, los gastos de instalación son mucho menores.

Si la cantidad de mineral que se ha de transportar pasa de 300 toneladas diarias, que es á lo que puede llegarse con el primero, la ventaja es indudablemente del segundo sistema. En éste hay mayor división en el trabajo de los cables, los fijos soportan las cajas y el móvil las arrastra, ventaja notable cuando hay en la línea grandes rampas, por ser considerable el esfuerzo de tracción.

Es automotor en pendientes más pequeñas, por ser menores las resistencias pasivas, y la unión de las cajas al cable es mucho más segura, por cuya razón tanto Bleichert como Otto los han construido con pendientes que llegan al 105 por 100.

La explotación es más económica, pues los cables fijos se des-

gastan muy lentamente, el que hay que renovar con más frecuencia es el móvil, por el deterioro que sufre con los nudos ó manguitos que se implantan en él para enganchar las cajas y por su arrollamiento en las poleas de cambio, si bien esta última causa influye más en el cable del sistema Hodgson por tener mayor diámetro.

Para la misma longitud, el número de cajas es menor que en el sistema Hodgson, pues siendo mayores, se colocan á intervalos mayores también; debe procurarse que los cables fijos estén bastante tensos, para que el punto más bajo de la catenaria no resulte muy inferior á los de apoyo, principalmente si es automotor.

Se pueden citar instalaciones en que los gastos de explotación en los dos sistemas son próximamente iguales durante el período de interés y amortización; pero pasado éste, resulta más económica la del segundo sistema, pues los cables fijos duran mucho tiempo, el que se cambia con más frecuencia es el móvil.

Si el número de toneladas es superior al que se puede transportar con este sistema, convendrá estudiar el número de líneas que es necesario instalar y cual de ellas es la más conveniente, para lo que se atenderá á lo anteriormente expuesto.

Si comparamos estos medios de transporte con los anteriormente descritos, vemos que los tranvías aéreos se pueden instalar donde no es posible construir los otros, salvando valles, ríos, edificios, montañas, otras vías de comunicación, etc., sin necesidad de obras de arte como puentes, pontones, muros de sostenimiento, túneles (1), etc., ni obligan á hacer movimiento de tierras.

La construcción es más sencilla, se hace en menos tiempo y generalmente es más económica, pues aunque la faja de terreno tuviera la misma anchura que para otro medio de transporte, el desarrollo sería menor por estar en línea recta ó tener menos alineaciones; además, el terreno comprendido entre los caballetes puede continuar cultivándose como antes de la instalación.

Cuando se haya terminado la explotación para que se había instalado, se puede trasladar á otro punto mucho más fácilmente y con mayor economía que cualquiera de los demás.

No requiere un trabajo tan constante de conservación y reparación como las carreteras y ferrocarriles.

---

(1) De los que hemos visto, sólo el de la demasia *San Antonio* tiene uno.

El enganche y desenganche automáticos abrevian el tiempo y trabajo, ocasionando una economía.

La explotación no necesita personal instruido, cualquier obrero puede prestar sus servicios sin preparación alguna. Pueden salvarse rampas y pendientes mayores que con los otros medios de transporte.

Por último, se aprovecha la fuerza que proporcionan las cajas que descienden, para hacer marchar á las que suben.

Cuando hay necesidad de transportar mineral, es preciso decidir el medio más conveniente, teniendo en cuenta el relieve del suelo, la distancia y el número de toneladas. Si estas dos cantidades son pequeñas y el suelo es llano ó ligeramente ondulado, indudablemente será más económico el transporte en c rros; si la distancia es grande, el número de toneladas considerable y el terreno llano ó entrellano convendrá un ferrocarril; pero, si el país es muy accidentado, habrá que estudiar con detención el relieve del suelo, para decidirse por otro de los que hemos mencionado. Cuando el mineral ha de descender de una montaa   salvarla, y sus vertientes no son escarpadas, de tal manera que se pueda construir una vía, aunque tenga en algunas secciones bastante pendiente, quizá convenga una cadena   cable flotantes, a pesar de que el desarrollo de dicha vía sea bastante grande, por las muchas alineaciones que tenga y resulte cara su construcción; pero en cambio se pueden transportar por ella mayor número de toneladas al día, que con otros medios descritos y que pudieran aplicarse. Si las vertientes son escarpadas, hay tajos   es preciso cruzar valles y montaa  s, puede decirse que el medio más conveniente y económico es el de los transporte aéreos, que salvan los accidentes del suelo como si fuese terreno llano; en la explotación, como hemos dicho, se utiliza el peso de las cajas que descienden para subir las que se hallan en la parte inferior, hasta tal punto, que dicho peso por sí solo puede llegar a poner en movimiento la línea, como sucede en los automotores.

Además, en los países montañosos los terrenos est n sin cultivar, son de poco valor, no est  muy dividida la propiedad y se puede pagar al propietario un ligero peaje   adquirir a bajo precio la faja de terreno por donde pasa la línea; aunque esto pudiera hacerse también para la construcción de un ferrocarril, el desarrollo de la faja sería mucho mayor, los gastos de la construcción lo serían también y resultaría mucho más caro.

En terreno llano las dificultades de peaje y expropiación son mayores, por estar más dividida la propiedad, tener que tratar con todos los propietarios y no es fácil y aun algunas veces imposible convenirse. Sin embargo, es más fácil un convenio empleando transportes aéreos pagando un peaje, porque el propietario puede cultivar la faja por donde va la línea, aunque no tiene derecho á indemnización por los desperfectos que le ocasionen las reparaciones, caídas de cajas en tiempo de galerna, etc. Vemos, por lo tanto, que, si bien estas vías aéreas se pueden instalar en todos los puntos donde se construyen las demás y que la elección de unas ú otras dependerá de varias causas que el ingeniero tendrá en cuenta en cada caso, su principal aplicación es en los terrenos montañosos, y gracias á ellas pueden explotarse muchas minas, que con otros medios de transporte serían negocios ruinosos.

## COMBUSTIBLES NATURALES

Reducida la leña por su precio, cada día más elevado y escasa potencia calorífica, á iniciar la combustión de los demás y á desecar los hornos nuevamente construidos, la hulla es por excelencia el combustible natural de que se vale la siderurgia en el Norte de España para calentar el aire, elevar la temperatura de los hornos de pudelar, recocer, recalentar, etc., así como para procurarse el vapor necesario al movimiento de su complicada maquinaria.

A pesar de obtenerse en España actualmente más de dos millones y medio de toneladas, comprendiendo el lignito y la antracita, y exportarse apenas cuatro mil, hay necesidad de traer del extranjero cada año otro millón y medio de toneladas (1); es decir, más de la mitad del producido.

Esto se explica, no porque nuestro país, esencialmente minero

---

(1) Estadística minera y de Exportación é Importación de 1898.

Según estadísticas posteriores consultadas antes de publicar esta Memoria, la producción de carbones minerales aumenta cada día. En 1899 se obtuvieron 170.536 toneladas más que en año anterior. La exportación y la importación aumentan también, según puede verse en los resúmenes mensuales de la estadística del comercio exterior de España, publicados por la Dirección general de Aduanas.

carezca de hulla, sino porque no se ha buscado técnicamente como en otras naciones y sólo se explotan las hulleras que han aparecido á la superficie ó las halladas por labores de corta importancia.

## DIVISIÓN Y LAVADO DE LAS HULLAS

Pocas veces se vende el carbón tal como sale de las excavaciones (*todouno*), pues ni al productor le conviene, porque puede ganar más, ni al consumidor tampoco, pues lo que desea es comprar unidades de calor sin materias nocivas que pueden deteriorar los aparatos, ni aun inertes que aumentan el precio de arrastre y los gastos de eliminación en los hornos.

Si aplicamos la conocida fórmula

$$(\varphi - t - l) (1 - p) \geq b - t$$

en que  $\varphi$  representa el precio de la hulla lavada,  $t$  los gastos de transporte,  $l$  los de lavado por tonelada,  $p$  las pérdidas inherentes y  $b$  el precio de la hulla bruta, veremos que en la mayoría de los casos el valor de  $\varphi$  satisface á la condición primera, acreciendo el precio de la tonelada, ó si no, á la segunda, haciendo vendible un carbón que por sus impurezas no tenía entrada en el mercado.

La hulla asturiana, por ejemplo, tiene en tonelada 270 á 400 kilogramos de carbón grueso, que conviene separar desde luego, por su fácil salida, y 730 á 600 de menudo. La tonelada de carbón vale á bocamina de 7 á 7,50 pesetas, los gastos de lavado, comprendida amortización, etc., oscilan, según los talleres, entre 0,36 y 0,60 de peseta, de modo que representa, término medio, 7,73 el valor de la tonelada, y como se vende á 8,92 pesetas el menudo lavado, se gana en cada una 1,19 pesetas, poco más ó menos.

La clasificación y lavado de la hulla es necesaria en la mayoría de los casos para el consumidor y lucrativa para el productor.

Las minas de *Orbó* (Palencia) y la de *María Luisa* de Asturias, en capas muy puras, no hacen más que una clasificación por tamaños, un escogido, y en tal estado, expiden sus carbones. Las de *Sa-bero*, del *Bernesga* y mina *Única*, los calibran, lavan, por procedimientos discontinuos muy primitivos, y todas las demás disponen



de talleres mecánicos continuos en totalidad ó por baterías, algunos de gran importancia, como hemos visto en la Memoria.

Desde el tipo inglés caracterizado por preparar al día muchas toneladas, eliminando sólo una parte de sus impurezas, hasta el alemán en que se obtienen menos, pero más depuradas, se observan en los talleres descritos, según su disposición, ó las exigencias circunstanciales del comercio demandan respecto á la cantidad de cenizas.

La distribución interior de un lavadero, clase y número de aparatos, depende en cada caso del tonelaje, fragilidad y pureza de la hulla tratada; un ensayo previo que determine con esmero las diversas cantidades de menudos en que naturalmente queda dividida la hulla, ha de preceder forzosamente al proyecto para la elección de aparatos y su número, dentro de la proporción en cada clase.

En los talleres mecánicos hemos visto el aparato de Berard, funcionando en las minas *Santa Ana* y *Nicolasa*, de Asturias y parado en *Barruelo* (Palencia), que se vale actualmente del lavador de Evrard; cribas de Coxe (1), Rollen-Rosk, Humboldt, Coppée, Scheppard, etc.; Stroms purgadoras y depuradores, torres de desecación metálicas ó de madera, decantadores de mampostería (*Ujo*), mezcladores de carbón, etc.

La mayor parte de los lavaderos han sido montados por la conocida casa Evence Coppée, de Bruselas, alguno por Bernard (*Ciñera*), Allard, Chatalineu y Kremer (*Ujo*) y otros con aparatos construidos en el país, como muchos de los de *Mieres*.

Pero si se examina detenidamente, se observa, salvo alguna excepción, que la mayoría de los talleres, aun los instalados por las más acreditadas casas extranjeras, se hallan modificados al poco tiempo, en razón á la especial clase de hullas que tienen que tratar y á las condiciones de localidad. Dedúcese, pues, que en el Norte de España

---

(1) En el Taller de *Santa Bárbara*, montado por la *Unión Hullera y Metalúrgica de Asturias*, después de nuestra excursión, funciona, según se nos ha dicho, una nueva criba, debida al ilustrado Ingeniero de minas D. Ramón Urrutia (figs. 145 y 146), en que los dobles conos de la de Coxe han sido sustituidos por esferas de acero que, originando un movimiento circular continuo, evitan los choques y con ellos el fraccionamiento de las hullas. En el de *Ciñera* (León) el *rotter*, ó primer cribo de calibre, tiene un movimiento rotatorio, muy suave y algo lateral, análogo á uno de los de la criba de Coxe, mediante unos excéntricos que, actuando sobre palancas angulares, constituyen un sistema articulado.

pueden estudiarse los sistemas empleados en el extranjero, mas algunos característicos y especiales de la comarca, ideados con admirable conocimiento é inteligencia por los laboriosos ingenieros que dirigen ó han dirigido los lavaderos.

Talleres hay, como el de *María Luisa*, en que su autor, el inteligente ingeniero de minas D. Luis Adaro, rompiendo desde luego antiguas tradiciones, en vez de servirse de un sistema conocido, se ha valido de aparatos apropiados, sin tener en cuenta más que su utilidad y no su procedencia; por eso este taller es digno de un estudio especial.

Los precios de instalación son sumamente variables. En Asturias puede calcularse en un 33 por 100 el coste de máquinas y aparatos, 30 el de los edificios y 37 por 100 el de emplazamiento y accesorios.

Para una producción, por ejemplo, de 250 toneladas diarias:

Maquinaria. . . . .	40,000	pesetas.
Edificios. . . . .	35,000	"
Emplazamiento. . . . .	45,000	"
	<hr/>	
	120,000	
	<hr/>	

De las 40.000 pesetas asignadas á maquinaria, corresponden 25 á las máquinas y 15.000 á los accesorios (1).

El taller del *Peñón*, instalado por la casa Coppée para una producción diaria de 200 toneladas, costó unas 75.000 pesetas: el lavador de Evrard que funciona en *Barruelo* (Palencia) y produce de 200 á 220 toneladas, 150.000 pesetas, comprendido el edificio.

Las cenizas del menudo bruto, que á veces llegan al 30 por 100, pueden reducirse por el lavado al 5 ó 6 en ciertas clases, aunque por término medio, oscilan alrededor del 10, con un gasto variable siempre, pero que no puede pasar de 0,50 pesetas por tonelada y una pérdida del 20 al 26 por 100.

La mano de obra en Asturias cuesta entre 15 y 30 céntimos por tonelada, y en León y Palencia de 30 á 50.

Para mayores datos, insertamos á continuación los siguientes cuadros tomados de la Memoria anual de la Unión Hullera y Metalúrgica de Asturias, correspondiente al ejercicio de 1898:

(1) Debemos estos datos al Sr. Adaro.

## CLASIFICACION Y LAVADO DE CARBONES MENUDOS

Clasificadores y LAVADEROS	CASOS DE RUVIDO EXTRANEO EN LA FORMA			PRODUCTOS LAY-DOX EXTRINSEJOS			Pérdida en pias tras y todos, Toneladas.	Número de horas que ha funcionado el lavadero.	Número de toneladas de carbón lavadas por hora.	PROPORCIÓN POR CIENTO DE LOS PRODUCTOS LA- Y-DOX OBTENIDOS.			Pérdida en pias tras y todos, por cento.	CARBÓN CORRE- CIDO. EN LAS CALDERAS.		
	Presencia del g-vo.	Presencia de sólidos residuales.	Retenido en tambores y tambores.	Gallinas y Cigarras, Toneladas.	Marcas y cuerpo, Toneladas.	Total Toneladas.				Caliza y Cenizas.	Resaca.	Residuo.		Total.	Por liza.	Resaca.
Mosquitera...	44 823	"	41 823	3 857	30 331	34 188	10 635	2 199	20,40	8 61	67,67	76,28	23,72	394	178	11
Sama.....	32 173	2 669	34 842	2 903	23 319	26 222	8 620	1 939	17,96	8 34	66,92	75,26	24,74	273	140	10
María Luisa,	59 501	12 231	71 732	10 635	45 348	55 983	15 749	2 938	24,40	11 83	63,22	78,00	21,95	395	134	7
La Justa.....	57 529	"	57 529	8 434	31,600	43 034	14 495	3 505	16 41	14 06	60,14	74,80	25 20	517	147	12
Santa Bárbara	5 447	"	5 447	"	4 006	4 006	1 441	2 300	2,36	"	73 56	73 56	26 44	"	"	"
	199 473	14 900	214 373	25 829	137 604	163 433	50 940	12 881	81 53	12 05	64,19	76 21	23,76	1 579	599	10

## CLASIFICACIÓN Y LAVADO DE CARBONES MENUDOS

### PRECIO DE COSTE

LAVADEROS	MANO DE OBRA		ARTÍCULOS DE ALMACÉN	CARBÓN PARA LAS CALDERAS	GASTOS GENERALES	GASTO	
	NÚMERO de facturas	IMPORTE Pesetas				TOTAL Pesetas	Porcentaje
Mosquitera .....	2 493	6 059,63	3 267,78	3 588,00	1 175,15	14 090,56	0,41
Sama.....	1 135	3 623,57	1 635,60	2 477,00	520,49	8 256,66	0,31
María Luisa.....	2 777	6 158,54	7 697,36	4 550,00	16,00	18 421,90	0,32
La Justa.....	2 221	5 332,90	8 098,68	5 674,60	"	19 106,18	0,44
Santa Bárbara.....	1 175	1 612,71	"	"	888,50	2 501,01	0,62
1898.—Total.....	9 801	22 787,35	20 699,42	16 289,60	2 599,94	62 376,31	0,38
Año anterior.....	10 035	22 736,91	29 949,63	12 678,50	2 599,05	56 964,09	0,38

Las cribas filtrantes con fondo de feldespatos son generales en la región, aunque éste á causa de su precio elevado, (pues viene generalmente de Holanda, creyéndose procede de Suecia ó Noruega y sale á más de 300 pesetas la tonelada clasificado y cortado como se pida), empieza á sustituirse por trozos calibrados de otras rocas de la localidad.

La *succión*, ó sea la absorción que experimenta la hulla pulverulenta al descender el agua en las cribas á través de los trozos gruesos, de tan mal efecto en las hullas desmoronadizas como son la mayoría de las que allí se tratan, empieza á despertar la atención de los ingenieros, no sólo por la pérdida que entraña, visible durante el estiaje sobre todo, por los depósitos de carbón que aparecen en las márgenes de los ríos, sino ante las reclamaciones públicas y particulares que la suciedad de las aguas origina al perder sus condiciones fertilizantes y biológicas.

La depuración de los lodos carbonosos arrojados hasta aquí á los ríos, se impone; no en *Barruelo*, donde el retroceso del agua no se verifica en el lavador de Eyraud que funciona desde 1881, pero sí en los demás, excepción hecha de algún otro, como el taller de *Ciñera* que emplea *capa de garantía*, para no verse expuesto, como el de *Matallana*, á construir reposadores, no sólo con objeto de clarificar las aguas para volver á emplearlas, como generalmente, sino para descartarlas de sus impurezas antes de devolverlas al río, y evitar de este modo las gruesas indemnizaciones solicitadas por los regantes é industriales establecidos aguas abajo.

## COMBUSTIBLES ARTIFICIALES

El carbón vegetal se compra á los que en el monte lo fabrican; el cok se elabora en las mismas hulleras ó en los establecimientos siderúrgicos á fin de que llene las condiciones que se le exige, aprovechando de esta manera las ventajas que ofrece su empleo inmediato después de fabricado.

Todas las hullas no producen cok compacto, pues sabido es que la propiedad de cokizar es debida á la presencia de los hidrocarbu-

ros, variando por lo tanto, con la proporción de hidrógeno no combinado, respecto al oxígeno; es decir, con la cantidad

$$H - \frac{O}{8}$$

de ahí los aparatos mezcladores de que en su lugar hablamos, para reunir en sus debidas proporciones hullas de diversa composición, á fin de obtener cok de las condiciones apetecidas.

El cok metalúrgico debe satisfacer á las condiciones siguientes:

1.<sup>a</sup> Proceder de hulla lavada, para no contener más de un 10 á un 12 por 100 de cenizas, y éstas, no pasar de 0,150 de fósforo y 1 á 1,50 por 100 de azufre (1).

2.<sup>a</sup> Mejor que de montones debe provenir de hornos de paredes calentadas.

3.<sup>a</sup> Ser apagado con agua en la menor cantidad posible, y ésta muy pura, para evitar que manche los dedos y que tenga demasiada humedad (2).

4.<sup>a</sup> El cok ha de ser duro, consistente, homogéneo, sin partes esponjosas (3), de sonido claro, color gris, compacto, en trozos de aristas vivas y que el volumen no baje de 10 á 15 cm<sup>3</sup>.

5.<sup>a</sup> Ha de ser poco desmoronadizo si se destina á los hornos de cuba y si se emplea en los hornos altos, debe resistir sin aplastarse una carga que no baje de 80 á 90 kilogramos por centímetro cuadrado.

6.<sup>a</sup> No ha de contener más de un 10 por 100 de agua y ha de producir, por su combustión completa de 7 á 8.000 calorías.

(1) De los tres estados en que se presenta el azufre en las hullas, piritas, azufre orgánico y sulfato de cal, sólo el primero importa, pues en la carbonización la pirita que corresponde á la fórmula  $FeS_2$ , se transforma en un compuesto intermedio entre  $Fe_2S_3$  y  $Fe_3S_4$ , quedando azufre en el cok que, aunque en parte desaparece en la aspersión, queda otra en estado de sulfato; el azufre orgánico se elimina casi totalmente y el sulfato, así como el sulfuro de cal formado, pasan totalmente á la escoria.

(2) El cok que al deshornarlo ofrece un aspecto basáltico con fractura gris metálica, es negro en los puntos que tocó el agua. La acción de manchar los dedos puede ser debida también, y esto es más perjudicial, á la presencia del sulfuro ferroso residuo que la pirita contenida.

(3) Para los hornos altos de corta elevación en que suele mezclarse con carbón vegetal, se prefiere esponjoso, lo mismo que para los cubilotes ó la fusión en crisoles. El metro cúbico pesa entonces de 350 á 400 kilogramos, en tanto que el compacto llega á 550 en trozos del volumen que se expresa.

La cokización sólo se efectúa en montones cuando todavía no se han construido hornos, en caso de accidente en ellos, ó si una demanda imprevista exige una producción extraordinaria.

Hornos de todos géneros, desde el de una puerta á los llamados *modernos* de paredes calentadas, hasta los de destilación con aprovechamiento de subproductos, figuran en el Norte de España.

Los sistemas dominantes son el Coppée y el Bernard, secuela y émulo del primero, pues sólo difieren en algunos detalles con objeto de conservar las respectivas patentes; el Smits, que aún figura en la *Fábrica de San Blas* (Sabero) y más ó menos modificado en *Mieres*, así como el Ibrán y el Carvés de reciente construcción, que funciona aprovechando los productos condensables en la *Vizcaya* desde 1888.

*La Felguera*, además de sus 23 hornos belgas, conserva en actividad dos baterías de hornos Appolt, que suministran el cok compacto y homogéneo, que tanta nombradía dió al sistema.

En suma, dentro de la región que nos ocupa, desde las pilas, pueden estudiarse todas las patentes aceptadas por la industria de unos cuantos años á esta parte, incluso las más modernas.

Respecto á mezclas, cargas, descargas y otros detalles de la fabricación, nos referimos á lo consignado anteriormente.

Los hornos que hoy se elevan de nuevo, pertenecen, generalmente, á las patentes Coppée y Carvés, más ó menos modificadas y su precio es variable, según las localidades. Cada retorta del primer sistema que se construye en Sabero debe costar, según contrato, 1.700 francos; pero se calcula que el precio total no bajará, con accesorios, de 4.700 pesetas y el macizo de 30.000 duros. Los hornos Carvés de la *Vizcaya*, erigidos en condiciones muy especiales, no habrán costado menos de 5 á 5.500 pesetas por crisol.

Los gastos de elaboración del cok metalúrgico varían entre 1,30 pesetas en los hornos de Appold, hasta 3,25 en los de Carvés, según el horno, medios auxiliares y precios de la localidad. La tonelada de cok suele salir á tres ó cuatro pesetas en los hornos de Coppée y á cuatro ó cinco en los de Carvés; las materias condensables representan en estos últimos, unas dos pesetas por tonelada.

Las hullas más á propósito para obtener cok son las grasas de llama corta (semigrasas) y á obtener su composición deben tender

las mezclas, pues sabido es que producen el cok más denso y abundante. Sin embargo, en los hornos de destilación son necesarios aquellas que contienen más de 22 á 25 por 100 de materias volátiles.

A pesar de elaborarse anualmente en España unas 800.000 toneladas de cok (1), hay que importar, para las necesidades de la industria, más de 200.000 (2) en el mismo periodo.

La importación de los dos combustibles sólidos más importantes, prueba progreso é indica á los productores de hulla y cok nuevas ganancias.

## AGLOMERADOS Ó BRIQUETAS

Los aglomerados no son realmente combustibles siderúrgicos; pero sí un poderoso auxiliar para todas aquellas operaciones complementarias que sólo exigen calor.

Por otra parte, su fabricación hace posible la venta de menudos que no cokizan y dota á la marina y á los ferrocarriles de un combustible de forma regular, fácil de almacenar en corto espacio y de gran potencia calorífica, pues las hullas de que están formados, no sólo no han perdido, por destilación, las materias volátiles, sino que las han aumentado con las del cemento.

Desde este punto de vista su fabricación no sólo es útil en las explotaciones carboníferas, pues desembaraza grandes áreas y evita los incendios consiguientes á los depósitos de menudos, sino que es lucrativa, porque la demanda es considerable.

De las máquinas de moldes cerrados podemos citar la de *Mieres*, de plataforma giratoria y simple compresión; las de *Barruelo*, análogas y paradas como la anterior; las de Dupuy, que funcionaban en *Orbó*; la de Couffinhal, de compresión doble y prensa hidráulica, la de *Santa Lucia* (León) y la de aglomerados ovoideos de *Ciñera*.

Las de moldes abiertos, sistema Bouriez, más ó menos modificado, aparecen en los talleres de más actividad, como los de *Ujo* y *Barruelo*, que proveen de briquetas al ferrocarril del Norte y á la marina.

---

(1) 768.151 (Estadística minera, 1898.)

(2) 216.000 (Estadística del comercio exterior de España, 1898.)



Empléanse mezclas convenientes de carbones lavados, ó sin lavar como en *Orbó*, aglomerados con brea mineral en la proporción de un 5 á un 8 por 100, que á veces llega hasta 10 en los ovoides. La brea cuesta en las fabricas de 70 á 80 pesetas la tonelada, según su situación, pues viene del extranjero, y la mano de obra se aproxima á una peseta por tonelada de aglomerados.

## COMBUSTIBLES GASEOSOS

Tanto los gases provenientes de los hornos altos, debidamente purificados, como los especialmente obtenidos, tienen grandes aplicaciones en la región Norte de la Península.

Aparatos de captado diversos, depuradores secos y húmedos para recoger los productos, figuran en los hornos que allí funcionan, así como los gasógenos para elaborar gases combustibles; ya de tiro natural ya de tiro forzado, descollando entre éstos el de Wilson, y entre aquéllos el de Siemens y sus derivados,

## MENAS

Las menas de que se valen en el Norte de España son óxidos é hidróxidos de hierro, carbonatos y residuos de la tostación de las piritas.

En Bilbao, las hematites van directamente á los hornos sin más preparación á lo sumo, que un sencillo cribado para separar los trozos pequeños y el polvo, los cuales se abandonan en la escombrecera, y un escogido á mano de lo que no ha atravesado la criba. Los carbonatos que antes se arrojaban, hoy son menas, mediante una calcinación y tostación previa en hornos de cuba especiales, que constituyen una novedad y de que extensamente nos hemos ocupado.

En las zonas de Cabarga y Castro Urdiales, así como al Sur de la bahía de Santander existen abundantes depósitos de trozos, más ó menos pequeños de óxidos é hidróxidos de hierro, llamados en el país *chirra*, envueltos por gran cantidad de tierras arcillosas, aloja-

dos en grandes cavidades dolomíticas, que hoy son objeto de activa explotación. Su preparación queda reducida á un desenlodado en que se eliminan las tierras, mediante tromeles (Humboldt), ó de éstos precedidos de un *patuillet* (Lavín) (1). Por iguales medios empiezan á lavarse las antiguas escombreras.

Las menas asturianas, menos puras y difíciles de reducir, después de escogidas, se calcinan á veces en hornos adaptados á sus condiciones para hacerlas más *dulces*.

*Materiales refractarios naturales* existen en la zona recorrida, de frecuente empleo en las construcciones siderúrgicas, como hemos consignado. Los *artificiales* se elaboran con éxito, ya en fábricas especiales, como la de *Aristegui* (Bilbao) y la de *San Felices* (Logroño), ya en talleres á propósito instalados dentro de los mismos establecimientos productores de hierros y aceros, con objeto de reponer su material y á veces venderlo á otras oficinas metalúrgicas.

## HORNOS ALTOS

Los dos hornos altos de la *fábrica de San Blas* (Sabero), elevados en 1847, están ruinosos, así como el de *La Vega* (La Felguera); no nos ocuparemos, pues, de ellos, limitándonos á lo consignado en la Memoria.

Los que se hallan en marcha corresponden al tipo *alargado* de la clasificación de Gruner, pues satisfacen completa ó aproximadamente á la condición

$$\frac{A}{V} \geq 4$$

en que A representa la altura y V el diámetro del vientre y en todo caso á  $3,2 \times V$  y  $3,6 \times V$  que preceptúa Ledebur para la primera, circunstancia muy favorable respecto á la economía de combustible,

(1) La instalación de tres pares de tromeles, hecha por la casa Humboldt en 1892 á 93 en las minas de *Salla* (Santander), costó aproximadamente, con todos sus accesorios, 500.000 pesetas; cada tromel lava de 5 á 6 t. por hora. En igual producción el sistema Lavín, construido en el Astillero, cuesta menos de la cuarta parte respecto al anterior.

en cualquier caso; pero más aún tratándose de producir arrabio (1) gris. Tendiendo al mismo fin, no presentan *obra*, propiamente dicha, acordándose, por lo general, directamente el crisol con los etalajes.

De la veintena de hornos altos que hemos visto funcionar, una tercera parte escasa se sirven del carbón vegetal.

Su altura varía con la naturaleza de las menas, clase de producto que se desee obtener, etc., y sobre todo, con el empleo de uno ó de otro combustible. Oscila, por lo tanto, entre 12 m. para los de carbón vegetal y 24 y más, cuando se emplea cok. Al diámetro, en el vientre, le sucede lo mismo, y así vemos que cuando apenas pasa en el primer caso á 2 y  $\frac{1}{2}$ , llega en el segundo hasta 6 m.

La distancia vertical que separa la plaza del vientre á la que se concede relativa importancia para la marcha caliente que hoy impera, va disminuyendo de los antiguos á los modernos hornos en la relación de  $\frac{1}{2}$  á  $\frac{1}{4}$ . Lo inverso ocurre al volumen ó capacidad interior, que de 6 á 8 m<sup>3</sup>. que tenían los hornos de *Sabero*, elevados en 1847 y el primer horno alto que se construyó en Vizcaya el año 1849 en la fábrica de *Santa Ana de Bolueta* (2), pasa á veces de 350 en los que acaban de instalarse.

Los hornos vizcaínos reciben el aire á elevadas temperaturas, que no bajan de 700 y 750 grados centígrados, merced á las modernas estufas de Cowper, de Wilhwell, sus combinaciones y derivados. Los asturianos, por el contrario, auxiliados por lo común de aparatos tubulares, no pueden disponer del viento á una temperatura superior á 400 ó 450 grados. Esta diferencia, basada sin duda en el temor de que á temperatura elevada la sílice, que en bastante cantidad forma parte de las menas del Principado, se redujera, perjudicando el silicio la calidad del producto, no tiene actualmente razón de ser, pues con marcha caliente, siempre ventajosa desde muchos puntos de vista, puede combatirse esta influencia por modificaciones en las parvas, sobre todo cuando el arrabio, como generalmente ocurre, no ha de utilizarse en primera fusión.

Por otra parte, las menas de Asturias contienen silicato ferroso, fusible antes de llegar á la zona de fusión, unido á otros infusibles,

---

(1) Véase la nota de la pág. 211.

(2) El horno alto más antiguo de España fué, si no estamos equivocados, el construido en Marbella el año 1832.

hasta llegar á ella; importa, pues, que el primero no envuelva al segundo y se fundan ambos á un tiempo, para lo cual los hornos, á más de alargados, deben alimentarse con aire caliente, pues cuanto más alta sea la temperatura en el crisol, más fría será la del laboratorio.

En el caso contrario, es decir, trabajando con aire relativamente frío, puede *subir el fuego*, fundiéndose indebidamente el primero.

La *fábrica de Moreda y Gijón*, que con las del país mezcla gran cantidad de menas bilbainas, utiliza en su horno alto cuatro estufas Cowper de 5 m. de diámetro y 18 de altura. En Bilbao son mayores, alcanzando las Cowper-Lürmann de la *Viscaya*, 20 m. de elevación y 6 de diámetro.

Los gases desprendidos de los hornos altos se utilizan en toda la región que nos ocupa (1), valiéndose de aparatos de captado diversos, aun dentro de las mismas fábricas. Los procedentes de carbón vegetal se emplean á veces en el pudelado, haciéndoles pasar previamente por el depurador de Langlade.

La presión y, sobre todo la cantidad de viento inyectado en la unidad de tiempo (2), varía con la altura y volumen del horno; pero se nota aumento, sobre todo de la segunda, en los modernos. Las máquinas soplantes son, generalmente, de los tipos Cleveland, Seraing, Woolf, Bayenthol, etc. La inyección se verifica por toberas hidráulicas de diversos sistemas, en número variable, repartidas en un nivel ó varios, como en el perfil Beck que hoy tiende á generalizarse en Bilbao.

La composición de las parvas varía en cada caso, así como la cantidad de combustible consumido.

---

(1) En calentar el aire y producir vapor. El empleo directo de los gases en máquinas de explosión no lo hemos visto planteado; ni aún en ensayo.

(2) La producción doble ó triple de los hornos americanos respecto á los empleados en Europa y la economía de combustible, pues sólo se consumen de 850 á 900 kg. de carbón por tonelada de lingote Bessemer en vez de los 1.000 ó 1.100 que aquí se emplean trabajando en buenas condiciones, se debe principalmente á la potencia y buena disposición de las máquinas soplantes. Una sola máquina suele alimentar varios hornos á una cierta presión, que se procura mantener constante; en América cada máquina sirve á su horno, pudiendo aumentar convenientemente la presión para inyectar la misma cantidad de aire en la unidad de tiempo, cualquiera que sea la resistencia que encuentre.

El coste aproximado de una tonelada de lingote en Asturias puede calcularse de este modo (1):

MOMIAS.	N.º 1. . . . .	0,920 a 1,000 ton. a 10,00 pts.	9,20 a 10,00 pts.
	N.º 2. . . . .	0,920 a 1,000 " a 7,25 "	6,67 a 7,25 "
	Rubio. . . . .	0,440 a 0,520 " a 18,00 "	7,92 a 9,36 "
	Castina. . . . .	1,140 a 1,220 " a 2,50 "	2,85 a 3,00 "
	Cok. . . . .	1,500 a 1,700 " a 16,00 "	24,00 a 27,20 "
	Amortización y gastos generales. . . . .		6,00 "
	Mano de obra. . . . .		4,00 "
	Máquina soplante. . . . .		1,50 "

Y en Bilbao:

Mena. . . . .	1,900 a 1,950 kg. a 9,00 pts.	17,10 a 17,55 pts.
Castina. . . . .	400 a 450 " a 3,50 "	1,40 a 1,57 "
Cok. . . . .	950 " 1,000 " a 28,00 "	26,60 a 28,00 "
Mano de obra. . . . .		4,50 "
Reparaciones y gastos generales. . . . .		8,50 "

PRESUPUESTO APROXIMADO DE UN HORNO ALTO Y ACCESORIOS:

	Pesos.
Terrenos. . . . .	4.000
Cimentación del horno. . . . .	10.000
Ladrillos refractarios para la camisa. . . . .	25.000
Cinchos de hierro. . . . .	13.000
Columnas y madrastras de arrabio. . . . .	16.000
(a) Toberas y elefantes de bronce. . . . .	4.000
Cajas de arrabio con circulación de agua para refrescar los etalajes, tubos y grifos . . . . .	3.500
Montaje de las cinco partidas (a). . . . .	16.000
Aparato de toma de gases. . . . .	8.000
Plataforma del tragante. . . . .	3.000
Cimentación. . . . .	3.000
(b) Columnas, viguetas y cruces para unir las; polea, freno y balsas para depósito de agua, excluido montaje. . . . .	8.500
Montaje partida (b). . . . .	2.500

(1) Ni las cantidades ni los precios, que varían con el mercado, consignados en éste y en los demás ejemplos de precios de coste, son rigurosamente exactos; nuestro objeto es exponer la marcha que pudiera seguirse con datos de momento.

	<u>Pesos.</u>
Tubos de hierro para conducciones de aire, gas y agua.....	26.000
Estufas con todos sus gastos.....	44.000
Vías de arrastre.....	8.000
Lechos y tendejones.....	8.000
Material móvil, básculas, herramientas.....	8.000
Alcantarillas y muros.....	12.000
Máquina soplante, calderas, bombas, chime- neas, edificios, etc., incluyendo todos los gastos.....	80.000
<i>Total</i> .....	<u>302.500</u>

## PUDELADO

El afino del lingote en masa pastosa, ya en forjas catalanas, ya en hornos de pudelar, aparece en el Norte de España. Las primeras que á fines del siglo XVIII producían, sólo en el Señorío de Vizcaya 7.300 toneladas de hierro dulce, por carencia de combustible vegetal, excasa producción y otras causas, han ido decayendo de tal modo, que hoy no tienen importancia.

Los hornos de pudelar, por el contrario, existen en casi todas las fábricas siderúrgicas y merced á ellos, con lingote impuro, se obtienen hierros maleables de condiciones excelentes, como sucede en primer término á la *Fábrica de Micres*.

Los que hemos visto son sencillos y dobles, de batido mecánico y á mano, con una ó dos plazas, caldeados por combustible sólido ó gaseoso, bien procedente de gasógenos, bien de los hornos altos calentados por carbón vegetal convenientemente depurado, como en las *Fábricas de Santa Ana, Astepe y Vera*, auxiliados con martillos pilones, hornos de caldeo, trenes de desbaste y todo lo necesario para la obtención del hierro basto.

La carga de lingote varia en cada operación entre 250 y 600 kg., según la clase de éste, capacidad, condiciones del horno, etc., así como la cantidad de *campanil*, que oscila entre 18 y 150, representando, por lo común, de 85 á 100 por 100, el gasto de carbón correspondiente al hierro producido. La merma, que á veces no es más

que el 5 por 100, otras se halla comprendida entre 12 y 15, llegando hasta el 17 por 100 en algún caso. Las cargas en doce horas son de 5 a 10, según la composición del arrabio y la pureza del hierro que se trata de obtener, y 450 a 700 kg. el producto de cada una.

El jornal del maestro varía entre 4 y 8 pesetas por entrada, según la comarca y las condiciones del horno, 3 a 5,50 el primer garzón ó segundo maestro y 2,50 a 4 el otro. Los demás operarios auxiliares cobran con arreglo á los precios establecidos en la localidad, y los cingladores suelen percibir un tanto alzado por tonelada.

El coste de cada una puede establecerse fácilmente con los datos apuntados, precisando la mano de obra en cada caso, así como los precios locales del lingote, vena y hulla, teniendo en cuenta que las reparaciones no suelen costar más de 8 pesetas por unidad.

## ACEROS

Fuera de ciertos casos muy contados, en que se fabrican piezas de *arrabio maleable*, el método para obtener acero en el Norte de España, es el de fusión, representado por los sistemas *neumático* y *de reacción*.

El primero aparece con *grandes y pequeños convertidores*, aunque esta clasificación, aceptable hasta hace poco, hoy es difícil de sostener, atendidas las dimensiones, cada día crecientes, que van adquiriendo los segundos.

El tipo *Bessemer* aparece desde 1885, en *Allos Hornos* con dos convertidores de 12 á 13 toneladas de cabida en que, tratándose 11, por ejemplo, se obtienen nueve y pico toneladas de acero en cuarenta y dos minutos próximamente que cada operación dura. No se trabaja de noche, en general, por no ser necesario y de seis de la mañana á igual hora de la tarde se practican, por término medio, 16 coladas. La instalación está hecha para tres convertidores con todo el material necesario de grúas hidráulicas y de vapor, cubilotes, máquinas soplantes de alta presión, etc., habiendo costado en conjunto un millón de pesetas próximamente.

Los *pequeños convertidores* se hallan representados en varias fábricas y talleres de fundición, como hemos visto.

La *Viscaya* se vale del tipo *Robert* desde 1892, empleando retortas de 5 toneladas, en sencillos caballetes, provistos de ruedas que permiten trasladarlos fácilmente adonde convenga para el moldeo, y sopladas con la presión ordinaria de los hornos altos. Cada convertidor, construido en la fábrica, sale á unas dos mil pesetas y puede dar 100 toneladas de acero en 12 horas; la armadura y accesorios cuestan poco más, de modo que su instalación es bien económica, respecto á la de Bessemer.

La movilidad, que permite conducirlo hasta los moldes; su intermitencia, pues, se puede parar y poner de nuevo en marcha fácilmente, y sobre todo, porque el baño conserva en él durante mucho tiempo gran temperatura, hacen del convertidor *Robert* un aparato sumamente á propósito para el moldeo, como lo prueba su adopción en los *Talleres de Deusto*.

La *Maquinaria Guipuzcoana* tiene en Beasain una retorta para acero de 350 kg., y la *Compañía de Asturias* de La Felguera, un aparato compuesto de un cubilote de una tonelada de cabida, debajo del cual hay un convertidor de 700 kg., adonde cae el arrabio después de fundido y al cual llega una corriente de aire por toberas laterales á 35 cm. Hg. de presión, enviada por un ventilador especial. Si el acero neumático así producido no es bastante homogéneo, pasa á un crisol rodeado de brasas, que hay debajo, de donde sale con las propiedades del *acero de crisol*.

El *sistema de reacción*, representado por el procedimiento *Martin y Siemens*, con sus variantes de *ácido* y *básico*, se halla instalado en toda fábrica de alguna importancia, ya transformada, ya recientemente construida.

La *Viscaya* inauguró tres hornos, haciéndose la primera colada, de 10 toneladas, en 28 de Mayo de 1889. Hoy tiene cuatro, cómodamente instalados, dos para la variante *ácida* y dos para la *básica*, de 12 toneladas efectivas de capacidad, servido cada uno por cuatro gasógenos de corriente natural, tipo *Siemens*. *Altos Hornos* tiene dos hornos, de plaza construida con ladrillos aluminosos y solera constituida por arena de Requejada (Santander) cuando se trata de obtener acero *ácido* y de dolomia cuando se desee *básico*. *La Felguera* ha adoptado la plaza *neutra* ó de cromita, en sus tres hornos, de dimensiones análogas á los anteriores, y con ella, otras fábricas que mencionamos en la Memoria.



Los hornos mayores que hemos visto marchar son los de *Mieres*, y *Trubia*, que alcanzan á 15 toneladas. Ambos son modernos, de calor reflejado, de plaza neutra, montada sobre columnas; alimentados por gasógenos Siemens y revestidos con planchas de arrabio sujetas por un engatillado de carriles, apretados por tuercas sobre resortes metálicos en espiral.

En unos y otros hornos se sigue el llamado por los ingleses *Pig and Ore process*, que consiste en agregar con la *chatarra*, *retal* ó *verteduras*, un poco de mena muy pura.

La cantidad y calidad de las materias que constituyen una carga varía de uno á otro horno, así como el número de coladas, según hemos tenido ocasión de ver.

El deseo de aumentar la producción, va agrandando la capacidad de los hornos. Al de Trubia, de 15 toneladas, ha seguido la construcción de otro de 40 nominales, que podrá llegar á 45, siguiendo el impulso de afuera, donde se elevan frecuentemente hornos de 50 toneladas; la fábrica de aceros de Pencoyd, en Pensilvania, tiene ya uno de 75, se proyecta otro de 125, se pretende llegar á 150, y M. E. P. Martín no duda que se puede llegar á 250 toneladas, siempre que el horno sea bastante resistente para evitar, en caso de rotura, las consecuencias desastrosas de una cantidad tan considerable de acero fundido.

Mas el aumento de volumen, que no produce dificultad alguna en la marcha y aun la facilita, según afirman los maestros de Mieres y Trubia, trae como consecuencia la disminución de coladas; los hornos de 10 á 12 toneladas, en buena marcha, pueden producir cuatro sangrías en veinticuatro horas, el de 15 da 11 coladas semanales.

Como uno de los periodos en que se invierte más tiempo es el de carga, se ha pensado en hacer ésta rápida y mecánicamente. La fábrica nacional de Trubia ha dado el ejemplo, instalando para el servicio de sus hornos de reacción, una grúa eléctrica de Wellmann, que, dotada de cuatro electromotores de 25 caballos, permite los movimientos siguientes: transportarse á sí misma á lo largo de una vía; tomar de una vagoneta un cajón, que contiene tres toneladas de lingote ó chatarra; introducir esta carga dentro del horno; volcarla sobre la solera y verificar, naturalmente, los movimientos inversos.

En el extranjero no se contentan con esto; tratan de hacer con los hornos Siemens lo que se hace con los altos, respecto á la frecuencia de sangrías. El horno de 75 toneladas que se emplea en Pencoyd es basculador ó inclinable (sistema Wellmann), merced á lo que, se descarga no de una vez como los demás, sino por terceras ó cuartas partes, así como de la escoria precisa, reponiendo lo extraído con nuevas adiciones. De una sangría á otra transcurren cerca de cuatro horas, haciéndose de 27 á 28 cargas semanales.

Los aparatos mecánicos empleados en la carga son diversos algunos de gran rapidez; mas, á pesar de ello, se ha procurado abreviar aún más, introduciendo en los hornos el arrabio fundido. Esto, que en concepto de los prácticos no es del todo conveniente, pues los lingotes, al fundirse gota á gota, se afinan mejor que cuando forman parte de un baño fundido recubierto indispensablemente de escoria, se efectúa, según dicen con éxito, en el Norte de América.

El afino previo pudiera obtenerse mejor con dos hornos de Siemens, uno colocado á nivel superior, al cual se lleve el lingote fundido para depurarlo parcialmente, y otro inferior, en que se funde la chatarra, el resto del arrabio y un poco de vena. La carga del segundo, forma una capa delgada que se oxida en el momento en que la del superior se halla parcialmente afinada, en cuyo estado pasa al horno inferior después de descrasada. Ambas cargas reaccionan violenta y rápidamente, y el afino se verifica en seguida. Hechas las adiciones finales cuando la descarburación es suficiente, se procede á efectuar la colada de la manera usual. Este procedimiento, debido á Bertrand Thiel, permite, según Mr. Howe, cuadruplicar la producción.

Las menas de Asturias son muy silíceas por lo regular y no contienen fósforo en cantidad suficiente para someterlas, á pesar de esto, á la variante básica, que es hoy la más en uso en todas partes y la que más esencialmente conviene á aquella zona por la abundancia de combustible. En vez de separar ambos cuerpos en un mismo aparato, pudiera quemarse el silicio primeramente en un convertidor, desalojando después el fósforo en un horno de Siemens con solera básica.

Este procedimiento mixto, en que abunda algún distinguido ingeniero de la localidad, con quien hemos hablado, no está exento de inconvenientes, cuales son la costosa instalación del Bessemer,

la escasa capacidad de las retortas respecto al contenido de los modernos hornos de Siemens y su intermitencia, si no hay gran número de estos últimos que abastecer.

Los convertidores de toberas laterales, tipo Robert, por su baratura, sencilla instalación y marcha, podrían responder al primero; en cuanto a los segundos pudieran evitarse no vertiendo directamente el contenido de las retortas en el horno, sino en un aparato mezclador análogo al que usan en la fábrica de Hoerde para desulfurar el arrabio que ha de afinarse en el convertidor básico.

Lo que queda en pie, tanto en este procedimiento como en el anterior, es la merma, que pudiera ser mayor, pues se suman las de ambas operaciones. No tenemos idea de que se hayan hecho experimentos en este sentido.

La región asturiana se halla en distintas condiciones que la vizcaina y no obstante, en una y en otra tratan de hacerse los mismos productos, sin que se haga notar la especialización que se observa en otros distritos ferreros del extranjero en provecho de la bondad del resultado, que cada día se perfecciona con la práctica, del crédito de sus marcas y por lo tanto de la seguridad de mercado y consiguiente precio.

La primera goza de purísimas menas, pero tiene que importar el combustible; á la segunda le ocurre lo contrario. Bilbao debe elaborar aceros duros y sus derivados, como el moldeado, etc., en tanto que Asturias está llamada á producir sin competencia peligrosa, aceros básicos, hierros dulces, etc.

Además de aceros ordinarios ó de *carbón*, se fabrican en el Norte de España *aceros especiales*, en cuya composición entra el cromo, níquel, aluminio, cobre, etc., en Trubia los necesarios para la Artillería y en las demás fábricas civiles los que tienen aplicación á la industria.

## HIERROS Y ACEROS COMERCIALES

Rara es la fábrica siderúrgica donde sus primeros productos dejen de experimentar transformaciones más ó menos profundas con objeto de que, dándoles la forma y condiciones que el mercado

demanda, entren inmediatamente en circulación, proporcionando al capital invertido el necesario interés.

Casi todas tienen su fundición, en que adquiere el arrabio condiciones comerciales, existiendo además, talleres especialmente dedicados a este objeto en que, no produciéndolo, tienen que adquirir el lingote. Tanto en unos como en otros el material suele ser excelente, con abundantes y bien catalogados almacenes de modelos, en algunos de los cuales, como el de Santa Ana de Bolueta, que tiene unos sesenta años de existencia, pueden seguirse paso á paso las transformaciones que ha ido experimentando el gusto artístico, respecto á las construcciones metálicas en estos últimos tiempos.

Magníficos y bien instalados talleres de laminación aparecen en la zona que nos ocupa, donde, en trenes modernos de todos los sistemas aceptados por la industria, se elaboran gran diversidad de artefactos, como carriles de acero de diferentes longitudes y peso por metro, material para las compañías ferroviarias y mineras, puentes y armaduras metálicas, viguería en general, piezas de máquina, chapas de diferentes espesores, etc.

En otras fábricas y talleres apropiados al objeto se producen, como hemos visto, tornillos, palas de acero, frascos para envasar azogue, hojadelata, alambre, motores de vapor, calderas, vagones de mina, buques metálicos, etc.

Además del adelanto industrial que todo esto indica, tampoco se tiene olvidado el progreso científico, que ha de conducir todavía á mayor desarrollo. El ingeniero de minas D. Domingo de Orueta, en su laboratorio particular, y los oficiales de Artillería en el recientemente instalado en la fábrica nacional de Trubia, se ocupan de hacer investigaciones, no sólo desde el punto de vista químico en que tantos progresos se han realizado, sino de la *estructura* ó distribución local de los diversos constituyentes de los metales, con objeto de averiguar cómo cambia aquélla bajo la influencia de los tres factores combinados, temperatura, tiempo y presión, á fin de averiguar sus consecuencias, de tal modo que los consumidores sepan cuál estructura les conviene y los productores los procedimientos que deben seguir; en una palabra, de esa ciencia nueva que tanto progresa en el extranjero, á que su autor, el ingeniero Osmond, llama *Metalografía microscópica*.

## ORGANIZACION OBRERA

---

El hombre tiene, independientemente de su voluntad, como impuestas por la Naturaleza, necesidades físicas y morales; de la satisfacción ó no satisfacción de ellas, depende su tranquilidad y su energía, ó su inquietud y turbulencia. Al noble sentimiento de humanidad se auna el frío de la conveniencia, para procurar que tanto el obrero como su familia se hallen convenientemente alimentados, vestidos, alojados y educados, para evitar motines y huelgas, logrando al par que el trabajo desarrollado sea más perfecto, como producto de una mente serena, y más intenso, pues tranquilo y bien alimentado puede desarrollar mayores energías.

Por otra parte, el operario que con su familia, trabaja en un establecimiento, recibiendo de él cuanto le hace falta para satisfacer sus más apremiantes necesidades, y sabe que cuando se inutilice no le ha de faltar el pan, ó si muere que los suyos no han de quedar en la más completa miseria, queda ligado á él de tal modo, que trabaja con el interés de un asociado y no trata de abandonarlo.

De aquí resulta que todas las compañías de importancia se preocupan en resolver más ó menos profundamente el problema obrero, objeto de estudio para los pensadores, y muy principalmente para las empresas amenazadas por las huelgas ó paros, que tanto perjuicio acarrearán á la industria.

*Ujo.*—La *Sociedad Hullera Española*, procurando en lo posible el bienestar de su personal, obreros, empleados y dependientes de sus minas de Aller, dedica una parte de los beneficios realizados en la explotación á las instituciones benéficas siguientes:

1.ª *Caja de retiros.*—Su objeto es auxiliar al personal y á sus familias con pensiones y socorros, premiando al propio tiempo la duración de sus servicios y buena conducta.

- 2.<sup>a</sup> Sostenimiento de escuelas para niños y niñas.
- 3.<sup>a</sup> Seguros sobre la vida de sus empleados.
- 4.<sup>a</sup> Gastos que ocasione el servicio de la Caja de Ahorros.
- 5.<sup>a</sup> Sostenimiento en su día, de un Asilo de huérfanos é inútiles del trabajo y cualquiera otra institución benéfica con que quiera favorecerse á los empleados y operarios.
- 6.<sup>a</sup> Caja de socorros, cuyo objeto es asegurar al personal y familias, la asistencia facultativa y medicamentos, socorros á los obreros heridos, enfermos y á sus familias, sostener Hospitales, etc.

La Caja de retiros concede pensiones vitalicias, temporales, socorros á los obreros heridos que no hayan sido curados en dos meses, en cuyo plazo terminan los auxilios á cargo de esta Caja especial. También concede socorros eventuales en casos de lesiones ó enfermedad; puede hacer anticipos al personal en ciertas circunstancias, otorga gratificaciones á los obreros del interior y abona los retiros ó jubilaciones al personal obrero y empleados.

Las bases para las pensiones y socorros están fundadas en los años de servicio que lleva el empleado, accidentes sufridos y otras causas que la Sociedad estime convenientes, previos los informes necesarios; así, por ejemplo, al minero que haya servido un cierto número de años en el interior, se concede un retiro que varía con la edad de su mujer, si la tuviere y viviese con ella; también se conceden retiros á los inutilizados en los trabajos, variando la cantidad en idénticas circunstancias.

*Viudez.*—Se conceden pensiones á las viudas de los mineros que tienen derecho á retiro, bien por el tiempo que vienen trabajando, ó por haberse inutilizado ó fallecido en él durante el servicio, variando dicha pensión con la edad de la viuda.

*Huérfanos de mineros.*—Estos reciben una pensión variable con el número y sexo de los huérfanos.

*Padres de mineros.*—Se concederá á aquellos cuyos hijos tengan derecho á pensión por haber fallecido en el servicio.

Todo lo anteriormente expuesto se refiere á los obreros del interior; para los del exterior existen pensiones en circunstancias análogas, pero son algo menores, y por último, también las hay en los casos antedichos para los empleados, variando la cuantía con la categoría que ocupen.

*Caja de socorros.*—Su objeto es: Primero, asegurar á todos los

empleados, contratistas y obreros de las minas de Aller, así como á sus familias, la asistencia facultativa y los medicamentos necesarios en las enfermedades que no sean consecuencia de riña ó malas costumbres; segundo, socorrer á los obreros heridos ó enfermos, durante el tiempo que estén imposibilitados, con una indemnización pecuniaria; tercero, á las viudas y huérfanos de obreros muertos en el servicio de las minas y á los operarios inutilizados; cuarto, sostener el Hospital en el que se admitirán obreros heridos ó enfermos; quinto, costear los entierros del personal; sexto, sostener las escuelas.

Los socios son todos los obreros y empleados de la Compañía, desde el día de su nombramiento.

Los recursos de la Asociación consisten en un descuento de uno y medio por ciento á los empleados y tres á los obreros, multas impuestas al personal y subvenciones de la Sociedad, para dotar á los médicos, Hospital, etc.

La Sociedad paga parte de la dotación de los médicos, boticario, medicamentos, etc., y también á los obreros heridos ó enfermos, á las viudas, huérfanos y operarios inutilizados, los socorros que se especifican en los reglamentos, siempre que la enfermedad no pase de dos meses, en cuyo caso, entra en la esfera de la Caja de retiros.

Esta Sociedad hullera tiene establecido en sus minas de Aller un servicio de economatos para suministrar al personal, con las mayores ventajas para éste, los artículos de primera necesidad, ropas, muebles, etc., para lo cual tienen tres establecimientos repartidos convenientemente dentro del perímetro de sus concesiones, con objeto de facilitar el suministro y procurar mayor comodidad á los obreros.

Tanto á éstos como á los empleados se les proporcionan á su ingreso unas libretas, con cuya presentación pueden adquirir géneros á cuenta, reembolsándose la Sociedad su valor en las pagas mensuales. Con objeto de evitar abusos, todos los obreros llevan anotada en su libreta la tasa, ó gasto máximo diario, que pueden hacer en los Economatos; ésta va garantida con la firma del vigilante, capataz ó encargado.

Á fin de que el personal salga lo más favorecido posible y que no se tome la idea de los Economatos como objeto de lucro para la Sociedad, ésta compra los artículos y aumenta á los gastos que se



hayan originado hasta colocarlos en los Economatos, un tanto por ciento, para compensar mermas, gastos del personal, etc., redundando en beneficio de los obreros la utilidad del capital impuesto por la Sociedad.

Existe, además, una escuela práctica de mineros bajo la dirección del inteligente Subdirector, D. Manuel Montaves, donde hay más de cincuenta alumnos que trabajan en una mina, donde, sin peligro alguno, explotan una capa de 0,60 m. bajo la vigilancia inmediata de un maestro piquero y otro entibador. Cuando adquieren la práctica suficiente pasan á las otras minas de la Compañía y en caso de no necesitarlos ésta, pueden encontrar, con relativa facilidad, un jornal en las de otras Sociedades.

Por último, á medida que esta importante empresa va construyendo casas de obreros, las sortea entre los que mejor conducta observan y los agraciados toman posesión de ellas mediante ciertas condiciones.

*Unión hullera y metalúrgica de Asturias.*—Esta Sociedad tiene establecidas también Cajas de socorros para los fines siguientes:

1.º Asistencia médica y suministro de medicamentos á los heridos y enfermos por resultas del trabajo en las minas.

2.º Auxilio pecuniario á los heridos y enfermos durante el tiempo que no puedan asistir al trabajo.

3.º Auxilio á los operarios y empleados inutilizados por un largo trabajo ó por heridas sufridas en las minas.

4.º Socorro á las familias de los operarios y de los empleados muertos por causa de accidentes.

5.º Auxilio temporal á los obreros que se encuentran sin trabajo.

6.º Creación de Hospitales para la mejor asistencia de los heridos y enfermos pobres.

7.º Sosténimiento de escuelas de primera enseñanza destinadas á hijos de los obreros, y nocturnas ó dominicales para los operarios adultos.

8.º Creación de Tiendas-asilo en época de crisis, escasez y miseria.

*Personal.*—Se consideran inscritos y con derecho á los beneficios de la Caja de socorros, á todos los operarios de ambos sexos que trabajen en las minas de esta Sociedad y figuren en las listas ordinarias.



El Reglamento es obligatorio para los obreros y empleados; pero si voluntariamente dejan el establecimiento ó son despedidos por su mal comportamiento ú otras causas, pierden todo derecho.

Los recursos con que la Caja cuenta, son: un descuento mensual del 2 por 100 en los jornales, sueldos, contratos, etc., una subvención de la Sociedad, que es igual á la suma impuesta por todos los operarios (en 1899 esta subvención llegaría á ser de unas cuarenta mil pesetas); las multas, suspensiones de sueldo y los donativos que pueden recibirse.

La situación de la Caja de socorros, según datos facilitados por el ilustrado ingeniero Sr. Tinturé en 1898, era la siguiente:

		<i>Pesetas.</i>
	Existencia en Caja el 1.º de Enero...	67.582,26
INGRESOS. . .	Contribución del personal. . . . .	30.024,84
	Subvención de la Sociedad. . . . .	30.024,84
	Intereses pagados por la misma. . . . .	2.622,81
	Multas y varios ingresos. . . . .	414,24
	TOTAL. . . . .	<u>130.738,99</u>
	Pensiones á inválidos y desvalidos. . .	6.972,50
GASTOS. . . .	Dietas á los enfermos. . . . .	28.755,68
	Médicos y medicamentos. . . . .	17.539,52
	Escuelas y varios. . . . .	4.449,10
	Saldo en Caja en 31 de Diciembre . .	73.022,19
	TOTAL. . . . .	<u>130.738,99</u>

Todos los enfermos y heridos dados de baja en las minas, tienen derecho á la asistencia facultativa cualquiera que sea el punto de su residencia y á los medicamentos necesarios, abonando la Caja los gastos que esto origina; percibiendo además los enfermos, hasta ser dados de alta, dietas ó socorros, que varían con la gravedad de la enfermedad, los años de servicios y la importancia del sueldo ó jornal. Las dietas varían del 65 al 75 por 100 del jornal. Si la familia del herido estuviese muy necesitada, la Caja adelanta socorros á cuenta. La Junta de gobierno puede acordar auxilios extraordinarios, á propuesta del médico, cuando algún paciente necesite baños de mar, aguas minerales, aparatos ó tratamientos especiales, ó

cuando alguno de ellos, dados de alta, debe permanecer sin trabajar por prescripción facultativa.

*Pensiones.*—Reciben pensión los obreros ó empleados inútiles para el trabajo por heridas ó enfermedades adquiridas en las minas, variable con la familia que tengan, los años de servicio y los recursos propios con que cuente, oscilando dicha pensión anual entre 150 y 250 veces el jornal. También la recibirán las viudas de los operarios y empleados muertos á causa de las heridas causadas en las minas, variando según sus circunstancias y el número de hijos pequeños que tengan, y estando comprendida entre 150 y 250 veces el jornal. Si vuelven á contraer matrimonio, pierden el derecho á ella.

Los hijos de los operarios ó empleados muertos por accidentes en las minas, si no tuviesen madre, recibirán también una pensión que varía con el número de hijos hasta la edad de quince años, como también los padres del obrero fallecido por la misma causa, si viven y están sostenidos por él, variando dicha pensión según la edad y estado físico de ellos.

La Caja de socorros también costea los funerales de los fallecidos, si es por la misma causa que origina las pensiones.

Esta Sociedad abona también un socorro eventual á los operarios que, teniendo buen comportamiento y llevando más de dos años consecutivos de trabajo, sean despedidos por una causa ajena á su voluntad y á la de la Compañía, como suspensión de labores, etc. Si volvieren á ser admitidos, conservan el derecho de antigüedad.

La Caja de socorros tiene á su cargo el abono de los sueldos de los maestros y el material de enseñanza, pero la Sociedad facilita gratuitamente el local y el mobiliario. En estas escuelas se da la primera enseñanza á los niños y niñas durante el día y por la noche asisten los obreros para ampliar la que tienen con conocimientos útiles á su profesión. Esta enseñanza es gratuita para los referidos niños y obreros.

Los trabajos para la administración de los fondos de la Caja son gratuitos y todos los meses se exponen al público los cuadros donde aparecen con precisión los ingresos, gastos y el saldo.

*Bilbao.*—*Fábrica de Años Hornos en Baracaldo.*—El personal de esta fábrica ha formado por acciones una Sociedad cooperativa de

consumos, que tiene por objeto proporcionar con economía á los empleados y obreros los artículos de primera necesidad, tanto comestibles, como ropas y calzado.

Esta Sociedad puede disolverse en Junta general á propuesta de la Directiva ó de los socios que representen las tres quintas partes de las acciones puestas en circulación.

*Capital social.*—El capital de esta Sociedad es de 20.000 pesetas, representadas por 800 acciones de á 25 pesetas cada una, que se van poniendo en circulación á medida que las piden los operarios y empleados de la fábrica. Estas acciones son transmisibles entre los obreros de dicha fábrica, y si alguno no puede pagarla de una vez, se le admite el pago en cinco mensualidades y al satisfacer la última se le entrega la acción. Si algún obrero que pertenece á la Cooperativa es despedido de la fábrica, ésta se compromete á tomarle la acción á la par; los que la abandonen voluntariamente, han de procurar su venta á otro que quiera adquirirla; aunque no la vendan, pierden el derecho á surtirse de los géneros de la Sociedad, á no ser que la Junta Directiva acuerde lo contrario. Cuando alguna acción se adquiere por herencia, el heredero no puede ser socio si no trabaja en la fábrica, en cuyo caso, la Sociedad de Altos Hornos se obliga á comprarla.

Además del capital de las acciones, se crea un fondo de reserva igual al 50 por 100 de las acciones emitidas, para lo cual se recargará el precio de los artículos en un tanto por ciento, además de lo que corresponda á mermas, derrames, etc.

La administración está encomendada á una Junta directiva, compuesta de 11 socios, de los que seis son nombrados por la Junta general en sesión ordinaria de cada año y los otros cinco los nombra la Sociedad.

*Socios.*—La Sociedad de Altos Hornos, sus empleados y obreros son los únicos que pueden pertenecer á esta Cooperativa, bastando para ello que posean alguna acción. Las compras pueden hacerse al por mayor ó menor, estando limitadas en el primer caso á la clase del género y á las obligaciones á que debe atender el socio. Los pagos se hacen al contado ó á plazos, en el primero pueden comprar los socios las cantidades que estimen convenientes sin destinarlas á la reventa y sin otra limitación que dejar las existencias convenientes para no perjudicar á los demás. A los que paguen á

plazos se les provee de una libreta en que se anota el valor de los géneros que retira; el máximo de crédito que se concede á cada socio es el equivalente al 70 por 100 de su mensualidad ó quincena, según sea empleado ú obrero. Si al finalizar el plazo concedido no satisface su deuda, se reduce el crédito al 50 por 100, y la Cooperativa queda autorizada para retenerle el 70 por 100 de su sueldo ó haber, hasta extinguir el descubierto, en cuyo caso, se encuentra en las mismas condiciones que antes. El crédito puede ampliarse en caso de enfermedad.

Si algún socio revendiese los géneros y llegase á conocimiento de la Junta directiva, ésta podrá excluir provisionalmente á dicho socio; dará cuenta en la primera Junta general que se celebre y ésta podrá hacerlo definitivamente, pagándole á la par las acciones que posea, siempre que pueda disponer libremente de ellas.

En el caso de parada de trabajo en alguno de los talleres, la Junta directiva adoptará las disposiciones más convenientes para el suministro de los comestibles y demás artículos á los socios comprendidos en el paro.

También existe una Caja de ahorros en que admiten las pequeñas cantidades que quieran depositar los operarios, abonándoles 4 por 100 de interés y devolviéndoles sus imposiciones cuando las reclamen.

También tienen una Sociedad de Socorros para atender á los que se hallan en la enfermería y á los que se encuentran enfermos en sus casas.

Hay, por último, una Escuela de Artes y Oficios, subvencionada por la Compañía, donde adquieren instrucción los obreros.

*La Sociedad Vizcaya, de Bilbao*, patrocina también una Sociedad Cooperativa y sostiene un hospital servido por dos médicos y el personal auxiliar correspondiente.

*El Patronato obrero de la Sociedad Vizcaya* se rige por un reglamento, aprobado por el gobernador de la provincia en 7 de Agosto de 1897.

Dicho Patronato está dirigido por una Comisión, compuesta de dos vocales de la Junta de Gobierno y el gerente, la cual, nombra entre los asociados, de cada institución dos auxiliares para examinar su marcha, inspeccionar libros y cuentas é informar acerca de las mejoras que convengan introducir y abusos que haya que evi-

tar. A estos se denominan socios fiscales, actúan un semestre y no pueden ser reelegidos hasta que transcurra otro.

El Patronato abarca varias secciones:

1.<sup>a</sup> *La Cooperativa de consumos*, que tiene por objeto surtir a los asociados y sus familias de artículos de primera necesidad, para lo cual hay almacenes y tiendas en que se adquieren por la Sociedad al por mayor y con economía.

Para la administración de este ramo, la Comisión delega en una Junta auxiliar, compuesta de un Ingeniero y dos empleados nombrados por aquella, designando por semestres los dos socios fiscales antedichos.

Podrán únicamente ser asociados los individuos de uno y otro sexo que directa ó indirectamente dependan de la *Sociedad Vizcaya*, donde quiera que tengan la residencia, contribuyendo á su ingreso con una cuota ó anticipo de 15 pesetas, de una vez ó á plazos mensuales.

No se suministra al asociado mayor cantidad de géneros que los que pueda satisfacer con las tres cuartas partes de su paga, á no pagarlos al contado ó dar garantías.

En justa reciprocidad con la Cooperativa de la Sociedad de Altos Hornos, los obreros que al pasar de aquella fábrica á ésta no hayan satisfecho sus compromisos, sufrirán una retención hasta saldarlos.

2.<sup>a</sup> *La Asociación de Socorros mutuos* se ocupa en facilitar asistencia médica y farmacéutica; socorrer á los enfermos; fundar un Hospital, donde puedan ser atendidos los obreros enfermos y heridos que, por prescripción facultativa, no puedan ser trasladados á sus casas; crear un consultorio médico, donde puedan ir los obreros y sus familias; sostener escuelas, en que se dé enseñanza elemental á los niños y niñas de los obreros y la profesional para éstos.

Los recursos son un descuento de 2 por 100 que sufre en los haberes el personal de la fábrica, las cuotas que satisfagan los nuevos asociados, las multas impuestas á los empleados y obreros y los donativos que hagan particulares y Corporaciones, como asimismo los que libremente añadiere la *Sociedad Vizcaya*.

Están obligados á pertenecer á la Caja de socorros todos los empleados y obreros de la Sociedad y los de la Dirección que lo soliciten, sin otros deberes, á más de los de subordinación á sus jefes y

el 2 por 100 antedicho, el de prestarse á la vacunación ellos y sus familias, que es gratuita, gozando, en cambio, de asistencia médica y farmacéutica para sí y su familia, como ya dijimos; socorro, por lo menos de 75 céntimos de peseta diarios en caso de enfermedad, durante treinta días, é indefinido mientras dure la curación en caso de herida, cama en el Hospital que se funde si existieran enfermedades infecciosas, y aprovechamiento gratuito del consultorio.

El operario que, desgraciadamente, se inutilizare en la fábrica, además del socorro antedicho, gozará de la indemnización que acuerde la Junta auxiliar, y en caso de muerte, las familias de los fallecidos por heridas y accidentes serán socorridas en la medida que dicha Junta estime.

Los operarios que voluntariamente abandonen el servicio de la fábrica ó fuesen despedidos por su mal proceder, pierden todos los derechos que les corresponden como asociados, incluso el de participación en el fondo común.

3.<sup>a</sup> *La Caja de ahorros* recauda todos los días de paga las cantidades que voluntariamente entreguen los obreros, empleados y sus familias desde 5 pesetas hasta 3.000, respondiendo el capital social y abonando un rédito anual de 3 por 100. Cada libreta es personal y no al portador, no siendo válida ninguna transferencia ni endoso; sólo en caso de defunción del imponente se entiende transferido su haber á los herederos.

Los mineros de *Barruelo (Palencia)* tienen, desde 1854, una Caja de socorros que se rige actualmente por el Reglamento de 1871, y cuyo objeto es:

1.<sup>o</sup> Procurar asistencia facultativa y medicamentos á los asociados, siempre que las enfermedades contraídas no sean resultado de malas costumbres ni de riñas.

2.<sup>o</sup> Socorrer á los heridos y enfermos durante el tiempo en que se hallen imposibilitados para el trabajo.

3.<sup>o</sup> Socorrer á los inutilizados en el servicio y las viudas é hijos de los fallecidos en el cumplimiento de su deber.

4.<sup>o</sup> Sostener un Hospital para heridos y enfermos.

5.<sup>o</sup> Costear los entierros á los asociados.

6.<sup>o</sup> Subvencionar escuelas donde se eduquen los hijos é hijas de los obreros.

7.<sup>o</sup> Sostener escuelas para adultos.

8.º Dar trabajo á las mujeres é hijas de los operarios que se ocuparan en confeccionar prendas de vestir para ellos, las cuales serán vendidas al precio de coste.

Todo empleado ú obrero es asociado desde el día de su nombramiento.

La Caja de socorros de Barruelo se rige por un Consejo de administración compuesto del Ingeniero Director, del Ingeniero local, Contador y Cajero de las minas, médico, jefes de servicio, tres contratistas, cinco mineros y tres operarios de las fábricas, elegidos por sufragio cada dos años. El Consejo se reúne el primer domingo de cada mes, bajo multa que ha de abonar el individuo que no asista á la Caja de Socorros.

Los recursos con que cuenta dicha Caja, además de los que le suministra la Compañía propietaria, son los donativos particulares, multas y el descuento del 1 1/2 hasta el 3 por 100, según los sueldos. Todo obrero percibe una peseta diaria hasta su curación si ha sufrido heridas, golpe ó quemaduras; 75 céntimos si padece enfermedad ordinaria y 50 las mujeres y jóvenes menores de dieciséis años. El número de obreros que trabajan en Barruelo es de unos 600; hubo hace unos años 900.

La *Sociedad Esperanza* tiene también establecida para sus minas de Orbó (Palencia), una Caja de Socorros que contribuyen á sostener los 210 operarios que allí residen con un descuento de 3 por 100 de su jornal, disfrutando en cambio, un socorro en caso de enfermedad ó accidente, de servicio médico y farmacéutico, escuelas, Hospital para 20 camas y Economato, donde puede surtirse, sin desembolso inmediato y á bajo precio, de los artículos y géneros indispensables para la vida. El descuento de los artículos consumidos se hace al obrero mensualmente al recibir la paga.

Las libretas para sacar artículos del Economato, han de ir autorizadas por el jefe del servicio á que el operario esté afecto.

El Economato está abastecido por cuenta de la *Sociedad Esperanza*, así como la tahona, en que funcionan hornos modernos de gran perfección. Las harinas y géneros de todas clases se compran al por mayor y el médico del establecimiento vigila todos los días las carnes destinadas al consumo. En caso de que la *Sociedad de Socorros* salga alcanzada, la propietaria paga la diferencia.

---





## CORRECCIONES MAS PRINCIPALES

PÁG.	LÍNEA	DICE	DEBE DECIR
15	4.	25	28
24	28	3,200	5,300
29	20	Hawthora	Hawthorn
29	20	Cateshead	Cateshead
32	15	reblonados	robloñados
33	17	87	37
37	7	100	110
50	33	462	362
60	34	1,800	de 800 a 1,000,
67	23	cuatro	tres
67		La figura 63 está invertida.	
75	5	fig. 88	fig. 89
77	10	mayor	mayor distancia
77	37	225,000	125,000
91	32	116	115
100	4	<i>garbancillo</i>	<i>garbancillo</i>
115	36	Berad	Berard
119	22	interesante	interesante
125	36	Humbolt	Humboldt
126	27	Humbolt	Humboldt
132	3	funcionar	instalada
134	9	Humbolt	Humboldt
144	14	Marsant	Marsaut
149	20	roeter	raetter
160	27	Fig. 160 y 161	Fig. 160 y 241
163	10	á los alemanes	á las alemanas
172	12	de 40 á 0,	de 0 á 40,
176	32	rolatoria	rotatoria,
177	6	de carbón	de carbonos
193	28	Hornos Altos	hornos altos,
198	13	hacia á estas	hacia estas,
199	29	las puertas del cenicero	las puertas que cierran el cenicero,
202	33	se desvia al caer	se desvia, al caer
213	23	aumentándolos	aumentándolas
218	24	total	anual
227	15	Vizcaya	Vizcaya
252	7	variable	variables
259	24	Fig. 216	Fig. 236.
193	22	ordinarios de Bicheroux	ordinarios; de Bicheroux
196	13	do	de
308	33	vigas,	vigas
309	37	tabiques,	tabiques
310	15	á	En
310	27	jabalón,	jabalón
311		El grabado intercalado en el texto con el número 250, es una parte de la figura 249 y no debe estar numerado.	
314	2	escorias,	escorias
317	16	cantos	bloques
317	33	cantos	bloques
319	12	iguales,	iguales, fig. 255.
320	8	hormigón,	hormigón
327	38	cable donde se enrolla la polea	cable arrollada á la polea
340	28	no puede pasar de 0,50	no debe pasar de 0,62,
354	16	un aparato compuesto	dos aparatos compuestos
356	29	para someterlas	para someter los arrabios
365	1	consumos	consumo













