

Salto del Duero¹

Aprovechamiento de aguas del río Esla

IV

CINTAS TRANSPORTADORAS (desde salida de trituración secundaria hasta cilindros clasificadores).—Son cuatro elevadoras en serie, y sus longitudes y pendientes vienen determinadas por la topografía del terreno en relación con la disposición general de la instalación, que, a su vez, depende de la conexión que debe existir entre los elementos que la constituyen. En laderas abruptas y accidentadas, como son las márgenes del Esla en la zona de trabajos, no es posible llegar al bello ideal de estos transportes, que consiste en realizarlos en cascada o siquiera en horizontal cuando aquélla no sea factible.

Es, pues, obligado recurrir a elevaciones de cargas, procurando estudiar las disposiciones en forma que aquéllas se limiten a las indispensables y siempre del menor costo de instalación y explotación posibles.

Entre la salida (12) de productos de la trituración secundaria y la entrada (14) en las cribas de clasificación hay una distancia (en perfil) de 227,96 metros y un desnivel de 36,56 metros. Una y otro se salvan, como hemos dicho, con cuatro cintas en serie, de clase y disposición idénticas a las adoptadas para la cinta entre trituración primaria y secundaria, descrita anteriormente.

Las características de cada uno de estos cuatro tramos, de los que los dos primeros están en pendiente y los dos últimos en horizontal, son las siguientes:

	Pendiente — %	Longitud — metros	Desnivel — metros	Potencia normal — CV	Potencia motor — CV
Primer tramo. . . .	34	61,46	21,16	24	32
Segundo tramo. . .	32	57,20	19,70	24	32
Tercer tramo. . . .	»	52,00	»	10	15
Cuarto tramo. . . .	»	57,28	»	10	18/15
TOTALES.		227,94	40,86	68	97/94

Los cuatro motores son trifásicos, 50 períodos, 220 voltios y 950 r. p. m.

El extremo de cada cinta monta sobre el origen de la siguiente, en el que vierte su carga, y la última lo hace en una canaleta que se bifurca en pantalón, cada una de cuyas ramas puede alimentar una u otra de dos cribas (17) clasificadoras que siguen a la cinta, o ambas a la vez.

La diferencia de cotas entre la salida de trituración secundaria (664,37) y la entrada en clasificación (700,939), es de 36,569 metros; la suma de desniveles parciales que salvan los tramos de cinta es de metros 40,86; los 4,291 metros de exceso de esta cifra sobre la primera se consumen en los saltos intermedios entre fin de cada tramo y comienzo del siguiente.

Aunque los silos de piedra machacada, que describiremos después, permiten tener *stocks* razonables de

aquel material, es lógico que se utilicen todas las circunstancias favorables que se presenten para aumentar aquellas reservas con poco gasto.

La topografía del terreno bajo el tramo tercero de la cinta y la altura libre que ésta deja se prestaban a constituir bajo ella un depósito al descubierto con sólo verter la piedra directamente desde la cinta en los períodos en que no sea necesario que aquélla transporte toda su carga a los cilindros clasificadores, y a tal objeto, dicho tramo va provisto de una disposición de descarga móvil lateral, que no merece explicación especial, por ser de las corrientes.

CRIBAS DE CLASIFICACIÓN.—MOLINOS DE ARENA, SILOS Y ACCESORIOS.—La cinta transportadora que acabamos de describir vierte sus productos a una tolva (14), de la que parte una canaleta que se bifurca para alimentar una u otra de las dos cribas (17) cilíndricas de clasificación.

Para más fácil inteligencia de lo que sigue, conviene decir desde ahora que dichas cribas (17), cuya cota de admisión o entrada es la 696,30, están situadas en la parte alta de un edificio (véase perfil longitudinal) que alberga, además de aquéllas, los siguientes elementos, cuya finalidad explicaremos:

El silo de gravilla (15); el silo de grava (16); un elevador de gravilla (19); una criba (20) y una machacadora de este material (21), con su motor (22); una criba de arena (23); molinos de cilindros para fabricarla (24), y sus motores (25); una cinta transportadora de arena (26); un elevador de la misma (27) a la criba (28) de separación definitiva de ésta; el silo (29) de arena gruesa; un molino (30) de bolas para ultimar la finura de la arena; el motor (31) correspondiente; el elevador (32) de arena fina, y, por último, el silo (33) de la misma.

Es decir, que en este edificio tenemos reunidos los clasificadores en la parte alta; los cuatro silos de grava, gravilla, arena gruesa y arena fina, en la inferior; una machacadora de grava y molinos de cilindros y de bolas, que producen las dos clases de arena mediante el machaqueo y molido de la gravilla, también en la parte baja; y, por último, todas las tolvas, canaletas y elevadores necesarios para el transporte regular y automático de materiales de unos a otros elementos, en el orden y forma que ese transporte debe realizarse para someter a aquéllos a sus sucesivas transformaciones y clasificaciones, en el espacio comprendido entre cimientos y techo de la estructura metálica que constituye este elemento de la instalación general.

No debe extrañar el hecho de que en este elemento de la instalación utilicemos para el movimiento de la arena elevadores de cangilones, a pesar de que hasta aquí hemos adoptado las cintas, pues, aparte de que unos y otras desempeñan funciones distintas, como son las de simple elevación, próximamente vertical de los primeros, y la de elevación combinada con transporte horizontal de las segundas, exigido por la topografía del terreno, consideramos que los elevadores de cangilones aplicados a la arena no tienen los peligros de averías ni las dimensiones, y, por consi-

¹ Véase el número anterior, página 357.

guiente, costo y complicación que cuando se aplican a la piedra de ciertas dimensiones, a cuyo transporte se presta perfectamente la cinta.

Tratemos ahora de explicar el modo de funcionamiento de todos esos artefactos mecánicos.

cuyas características y disposición son las siguientes para cada criba:

Un trómel cilíndrico interior de chapa, perforado con agujeros de 60 milímetros. Este cilindro está rodeado de otro trómel exterior, perforado, para dejar

paso, separándola, a la arena. Dicho trómel exterior es de sección transversal hexagonal, porque, como es sabido, las formas poligonales, en su movimiento de giro, producen desplazamientos o sacudidas del material contenido en su interior, el cual, al chocar así, periódica y bruscamente, con la malla de la envolvente superficial, atraviesa ésta con más facilidad.

Los aros de rotación de estos elementos descansan sobre rodillos y se accionan por engranajes. El cilindro tiene 9 metros de longitud y 3 metros de diámetro. Las chapas de cribado son recambiables.

La energía que consumen en régimen normal es de 36 CV por criba. La instalación va provista de dos motores trifásicos de 48 CV, 220 voltios, 950 revoluciones por minuto.

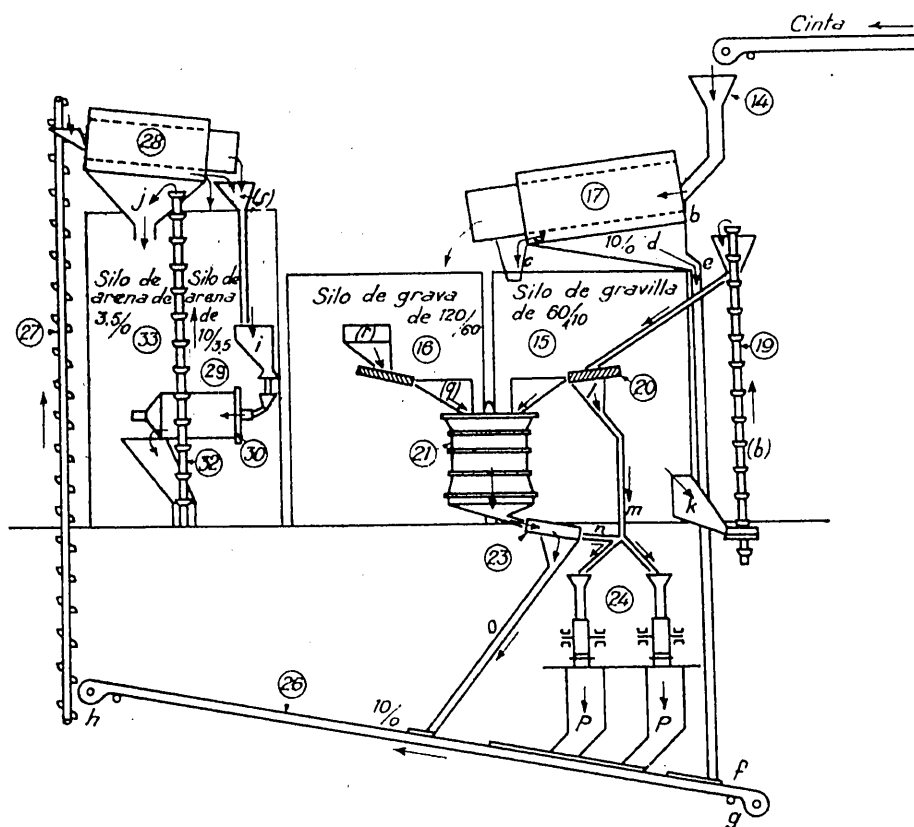
Ingresados los productos en las cribas cilíndricas mediante la tolva bifurcada, que los recibe de la cinta de transporte, toda la grava, es decir, todo el material de 120 a 60 milímetros de dimensión es rechazado por la criba y sale por una de las bases de ésta, que tiene la conveniente inclinación a una tolva que vierte por gravedad al silo (16) de grava, donde queda

en depósito hasta su salida a las hormigoneras. Que, pues, así separada definitivamente la grava.

La gravilla 60 a 10 milímetros, en unión de la parte de arena que se ha producido durante los machaqueos anteriores, pasa al espacio (a-b) comprendido entre la superficie exterior del cilindro y la del trómel hexagonal que le envuelve. (Véanse la sección esquemática y perfil longitudinal de la instalación.)

Las paredes del trómel, perforadas a 10 milímetros, rechazan la gravilla de 60 a 10 milímetros, que, deslizándose hacia la base inferior de aquél, pasa a una tolva (c) que la vierte directamente en el silo (15) de gravilla, quedando así totalmente separado este material. Una parte del mismo habremos de sacarlo nuevamente del silo, en la forma que más adelante veremos, para someterlo a molienda y producir arena.

Los granos de 10 a 0 milímetros, o sea la arena que teníamos en el espacio (a-b) de la criba giratoria, atraviesan las paredes del trómel hexagonal y caen a una tolva (d) inferior, de la que parte la canaleta (e-f), por la que desciende aquella arena hasta depositarse en la cinta (g-h) destinada al transporte, a los efectos que luego explicaremos, de todos los productos de dimensión inferior a 10 milímetros que llevamos ya obtenidos en las estaciones de trituración primaria y



Sección esquemática de la instalación de cribado y fabricación de arena

CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS TRITURADOS.—Recordemos que la cinta transportadora últimamente descrita elevaba desde la estación de machaqueo secundario una mezcla de grava, gravilla y arena, de las que la primera debe pasar a su silo por ser en cantidad y en dimensiones de sus componentes la que exige nuestro programa de trabajo.

En cambio, la gravilla venía en cantidad excesiva y la arena en defecto, por lo que una parte de aquélla (próximamente la mitad, según vimos) puede ir a su silo definitivo; pero el resto debe ser molido nuevamente para cubrir el déficit de arena. Advirtamos aquí que necesitamos producir dos clases de arena, que son: la que llamamos gruesa, comprendida en 10 y 3,50 milímetros de dimensión máxima, y la que llamaremos fina, de granos comprendidos entre 3,50 milímetros y polvo, y agreguemos, por último, que para la fabricación de gruesa consideramos necesario y conveniente el empleo de dos molinos de cilindros que reciben granos de 40 a 10 milímetros, reduciéndolos a 10 a 0 milímetros, y que para la producción de la arena fina adoptamos un molino de bolas que recibe granos de 10 a 3,5 milímetros y los reduce a 3,5 a 0 milímetros.

Pues bien, la primera separación de los productos triturados se hace en dos cribas de clasificación (17),

secundaria y los que se irán obteniendo en la machacadora (21), de que nos ocuparemos más adelante.

Los tipos de arena que exigen los hormigones previstos pueden, como hemos dicho, clasificarse en dos grupos, según que sus dimensiones límites sean 10 a 3,50 milímetros ó 3,50 a 0 milímetros.

Ahora bien, ambas clases, en mayor o menor proporción, existen ya en la arena obtenida hasta ahora procedente del machaqueo de piedra; es decir, en la que, según hemos visto, ha quedado depositada en la cinta (g-h). Procede, pues, separarlas y clasificarlas para comprobar las proporciones de cada clase, conocer el déficit que tenemos en ambas y fabricar lo necesario para enjugarlo.

Esta clasificación y su depósito en el silo de arenas, que está dividido en dos compartimientos (29-33), se realiza mediante las siguientes disposiciones y maniobras:

En lo alto del edificio, encima del silo (29-33), está situada una criba hexagonal (28) giratoria, análoga a la descrita anteriormente, pero perforada al tamaño de 10 milímetros en la parte cilíndrica y al de 3,50 milímetros en la envolvente exterior.

Un elevador de cangilones (27), en el que vierte la cinta (g-h), eleva toda la arena producida a aquella criba, la que, por rechazo, separa los granos de más de 10 milímetros que por excepción, y por tener forma alargada u otra especial, hubieran podido pasar por el cribado anterior o en la trituration en los molinos de cilindros. Esta parte pasa por tolva directamente al alimentador del molino de bolas (30).

El resto del material pasa al espacio intermedio comprendido entre el cilindro y el trómel hexagonal, y aquí se hace la clasificación, yendo los granos de 10 a 3,50 por deslizamiento directo al compartimiento (29) del silo destinado a arena gruesa y pasando a través de las paredes del trómel exterior los granos de 3,50 a 0 que se recogen en tolva, que los deposita en el compartimiento (33) destinado a arena fina, en el mismo silo.

Tenemos, pues, clasificadas por tamaños de 120 a 60, 60 a 10, 10 a 3,50 y 3,50 a 0, en tres silos, respectivamente, de grava (16), gravilla (15) y de arena, que está dividido en dos compartimientos (29) para la gruesa y (33) para la fina.

Antes de pasar a describir la instalación de molinos para fabricar el déficit de arena, moliendo gravilla o grava de la que ha quedado depositada en los silos, expondremos las características de éstos:

Silos.—Son tres, cilíndricos, de palastro de acero y cimentados sobre macizos de hormigón, en los que se han dejado los huecos necesarios para los aparatos de descarga de materiales y de dosificación de los mismos, antes de su ingreso en las hormigoneras.

La parte alta o entrada en silos de grava y gravilla está a la cota 692,50 m
La inferior de salida de productos, ídem íd. íd. 683,50 »

Ocupan, pues, una altura de 9 m

El silo de arenas tiene su base a la misma cota que los anteriores, pero su altura es de 14 metros, o sea superior en 5 metros a los de grava y gravilla.

Los ejes de figura de estos tres cilindros están situados en un mismo plano vertical próximamente normal al río, y mirando en esta dirección, a partir del extremo de la cinta procedente de la trituration secundaria, el primer silo es el (15) de gravilla; el se-

gundo, el (16) de grava; y el tercero, el subdividido (29-33) de arena gruesa y fina.

Cada uno de los silos de grava y gravilla pesa, su parte metálica, 14 000 kilogramos, y el de arenas, 37 000 kilogramos.

La capacidad de cada uno de los primeros es de . . . 400 m³
y la del de arenas, de 600 »

que para una marcha a razón de 1 000 m³ de hormigón en jornada de diez horas, representan reservas de material para ocho horas de empleo de grava y diez horas del de gravilla.

Estas reservas resultan prácticamente duplicadas gracias al depósito auxiliar de piedra machacada formado a la intemperie, del que nos hemos ocupado al describir la cinta transportadora, y gracias también a estar desdoblada en dos unidades la instalación de cribado; con todo lo cual, los *stocks* son suficientes para hacer frente a las interrupciones ordinarias que deben preverse.

Pasemos ahora a describir la disposición y funcionamiento de los demás elementos acumulados en el mismo edificio que las cribas y los silos que acabamos de describir, o sean los molinos de arena y sus accesorios.

MOLINOS DE ARENA Y ACCESORIOS.—El proceso de trabajo realizado hasta aquí se ha limitado a triturar la piedra y clasificar y depositar separadamente en los silos los productos de las trituraciones primaria y secundaria. Hemos visto que entre esos productos se ha obtenido un pequeño tanto por ciento de las dos clases de arena y un exceso de proporción de gravilla. Es, pues, lógico utilizar el exceso de la última para enjugar el déficit de la primera, sin perjuicio de incrementar la producción de arena, recurriendo a la molienda de grava cuando la de gravilla no fuese suficiente.

A tal fin se instalan: una machacadora (21), que tritura toda la gravilla 60/100 milímetros al tamaño máximo de 40 milímetros; dos molinos de cilindros (24), que, como tales, son apropiados para recibir granos de esa dimensión y reducirlos a la de 10 milímetros, y, por último, un molino de bolas (30), encargado de moler estos últimos a la de 3,50 a 0 milímetros. Estas etapas de fabricación, además de ser necesarias para el funcionamiento en buenas condiciones de tales tipos de molinos, facilitan la sucesiva clasificación de productos y permiten maniobrar con rapidez cuando, en el curso de los trabajos y por circunstancias de momento, convenga variar la cantidad de cada tipo de arena a obtener.

Veamos ahora cómo están conectados estos elementos y cómo funciona la instalación de producción de arenas, y cómo, por último, pasan éstas a sumarse a la pequeña cantidad de las mismas procedentes de las trituraciones primaria y secundaria, que están ya depositadas en sus silos respectivos.

Como hemos dicho, la primera materia que vamos a emplear para la producción de arena es el exceso que tenemos de gravilla de 60 a 10 milímetros. Sólo cuando ésta no sea suficiente recurriremos al nuevo machaqueo y molido de la grava de 120 a 60 milímetros.

Describiremos ambos casos de molienda de gravilla y grava, en el orden en que las citamos:

MACHACADORA Y MOLINOS DE CILINDROS PARA PRODUCCIÓN DE ARENA GRUESA POR MOLIENDA DE

GRAVILLA.—Esta se extrae del silo (15) en que está depositada mediante una toma provista de la zapata alimentadora (*k*) situada a la altura de cincientos de aquél (cota 683,50). Dicha zapata descarga directamente la gravilla al elevador de cangilones (19), que, a su vez, la deposita en la criba oscilante (20), perforada al tamaño de 40 milímetros y situada 7,30 metros más alta que la base del silo (cota 690,80).

Esta criba deja pasar los productos cuya dimensión máxima es de 40 milímetros (o sea los de 40 a 10 milímetros, puesto que la primera materia es gravilla), que son apropiados para ser tratados con molinos de cilindros y pasan por la tolva (1) y el tubo (*m*) bifurcado en su final a los dos molinos (24) de aquel tipo instalados en la parte baja del edificio. Estos molinos reducen la gravilla al tamaño inferior a 10 milímetros y descargan directamente sus productos a la cinta (26), de la que nos hemos ocupado anteriormente, y que, como entonces dijimos, está destinada a transportar todas las arenas de 10 a 0 milímetros que se van produciendo, primeramente en los machaqueos de piedra y ahora en la fabricación directa de arenas. Depositadas estas últimas en dicha cinta y unidas a las primeras, siguen el trayecto explicado ya para éstas, o sea, pasan al elevador de cangilones (27), que las deposita en la criba giratoria (28); ésta las clasifica y las vierte a los dos silos de arenas de 10 a 3,50 milímetros y de 3,50 a 0 milímetros en la misma forma que lo hacía con las arenas procedentes exclusivamente de las trituraciones primaria y secundaria.

Es decir, que se ha convertido ya en arena y está ya clasificada y ensilada separadamente a los tamaños de 10 a 3,50 milímetros y de 3,50 a 0 milímetros la parte de gravilla extraída de su silo y que, por ser de grano inferior a 40 milímetros, dejó pasar la criba oscilante (20).

El resto mayor de 40 milímetros que ésta rechazó pasa directamente, por deslizamiento, a la machacadora (21), que trabajará con un cierre de 30 milímetros, para que a la salida de ella los productos tengan ya la dimensión máxima apropiada para ser tratados en los mismos molinos (24) de cilindros.

Ahora bien, entre dichos productos los habrá de todos los tamaños comprendidos entre 40 y 0 milímetros; y como de lo que se trata es de producir arena sin moliendas innecesarias, a la salida de la machacadora y antes de los molinos de cilindros se establece la criba oscilante (23) perforada a 10 milímetros, que rechaza los superiores de 40 a 10 milímetros y deja pasar los de 10 a 0 milímetros. Los primeros se deslizan por el tubo (*n*) a los molinos de cilindros (24), y los segundos atraviesan la criba, son recogidos en una tolva inferior y ésta los vierte en la cinta (26) de transporte de arenas por medio del tubo (*o*).

Por último, la parte rechazada por la criba (23) que pasó a los molinos de cilindros sale de éstos al tamaño máximo de 10 milímetros y pasa también directamente a la tantas veces citada cinta (26), y todas juntas siguen el descrito recorrido al elevador (27), luego a la criba giratoria (28) y, por fin, a sus silos (29-33) de arena gruesa y fina.

Para orientarnos respecto a la cantidad de arena que se está produciendo en el proceso de todo este trabajo y poder, además, juzgar acerca de la relación entre necesidades y medios dispuestos, es interesante recordar y comentar los siguientes datos:

El tanto por ciento de exceso de gravilla que llevamos obtenida es, como vimos, aproximadamente

igual al déficit de arena, o sea un 27 por 100 del total de 214,40 m³ triturados por hora, que en peso representa unas 86 toneladas.

Teniendo en cuenta las características de la maquinaria empleada, puede calcularse, sin gran error a nuestros efectos, que en esa gravilla de 60 a 10 milímetros los granos superiores e inferiores a 40 milímetros de dimensión máxima se reparten por mitades; es decir, que por la criba (20) pasen directamente a los molinos de cilindros (24) unas 43 toneladas y otras tantas son rechazadas por aquélla a la machacadora (21).

Para fijar la capacidad de la machacadora tuvimos en cuenta estos datos, y además la conveniencia de uniformar los tipos de máquinas por sus ventajas de igualdad de piezas de repuesto, etc., ventajas decisivas siempre que el conseguir esa uniformidad no lleve a instalar unidades desproporcionadas a su misión.

Por esta consideración la machacadora (21) es igual a las instaladas en el machaqueo secundario; y si bien resulta amplia, el exceso no es tan exagerado como para prescindir por él de las ventajas de referencia. El rendimiento de las machacadoras, a igualdad de otras circunstancias, varía, como es sabido, con el tamaño de la piedra que reciba y con el cierre de salida.

Consecuencia de ello es que la misma machacadora, que en trituración secundaria, con un cierre de 60 milímetros, rendía unas 100 toneladas, con el de 30 milímetros, a que trabaja ahora, no pasará de 60 toneladas.

En nuestro caso no bajará tanto el rendimiento porque recibe aquí gravilla en lugar de piedra más gruesa que recibía antes; pero aun así, conviene tener en cuenta ese menor rendimiento, con lo cual el exceso de capacidad que resulta con relación a las 43 toneladas mínimas necesarias es del grado de las admisibles y está compensado por las demás ventajas que tiene la igualdad de tipos.

Ahora bien, con este cierre la distribución probable de productos, por orden de dimensiones, será la siguiente:

Entre 40 mm y 30 mm	15 %
» 30 » y 10 »	55 %
» 10 » y 0 »	30 %

Quiere esto decir que el 30 por 100 de las 43 toneladas que entraron en la machacadora salen reducidas a arena y pasarán, en consecuencia, directamente a la cinta (*g-h*); pero el 70 por 100 restante, o sea unas 30 toneladas, irán, por rechazo de la tolva (*m*), a los molinos de cilindros, para ser nuevamente molidos hasta la dimensión de arena.

Aunque sea innecesario, quiero insistir en que a todas estas cifras no debe darse más carácter que el de suficientemente aproximadas para la necesaria orientación al proyectar las instalaciones y fijar las características de las máquinas teóricamente necesarias, que sirven después para elegir; en definitiva, las de fabricación corriente, adaptables, por exceso, a aquéllas.

La exposición de tales cifras no tiene más finalidad que la de dar idea del procedimiento que hemos seguido al estudiar el *proyecto* de la instalación próxima a ponerse en marcha, y cuya descripción es el objeto primordial de este artículo.

De aquellas cifras se deduce que las capacidades

mínimas teóricas de la machacadora y de los molinos de cilindros deben ser, respectivamente, las siguientes:

Machacadoras	43 toneladas por hora
Molinos de cilindros: 43 + 30 = 73	» » »

Si a estas consideraciones agregamos la de la conveniencia de tener un margen suficiente para ampliar, en ciertos casos, la producción de cada clase de arena y la necesidad de aumentar ese margen, en los elementos de producción de arena gruesa, que es la primera materia para obtener elementos tan interesantes en obra como son la arena muy fina y el polvo de la misma, quedará, a nuestro juicio, justificado el que hayamos instalado dos molinos de cilindros, eligiendo entre los de construcción corriente aquéllos cuyas sumas de capacidades nos proporcionen el margen por exceso a que nos hemos referido.

En virtud de cuanto precede, hemos dado a la machacadora y a los molinos de cilindros destinados a la producción de arena gruesa, por molienda de grava, las siguientes características:

La machacadora tiene las mismas características que las de las que se instalaron en la estación de trituración secundaria descrita anteriormente. La diferencia entre una y otra consistirá únicamente en el régimen de trabajo, pues para la producción de arena trabajará con un cierre de 30 milímetros contra el de 60 milímetros en que trabajaba en trituración. Como hemos dicho, su rendimiento práctico será de 60 toneladas por hora y su consumo normal de energía, de 93 CV.

Los molinos de cilindros son dos iguales, con las características unitarias siguientes:

Longitud de cilindros	700 mm
Diámetro de ídem	1 600 mm
Relación de reducción	4 a 1=40/10 mm
Capacidad	60 ton por hora
Peso de cada uno	33 000 kg
Potencia mecánica	350 CV

Pasemos ahora a exponer las características del molino de bolas (30) y sus accesorios, únicos elementos que falta describir de cuantos están acumulados en el edificio destinado a albergar la maquinaria de clasificación y ensilamiento de productos triturados.

MOLINO DE BOLAS.—Depositada ya la arena, clasificada en gruesa, 10 a 3,50 milímetros y fina 3,50 a 0 milímetros en los dos compartimientos del silo correspondiente, quedaría terminada la preparación de aquel material si no fuera necesario garantizar la producción de arena muy fina en proporción mayor de la que puede salir de los molinos de cilindros que producen a la dimensión de 10 a 0.

Para llegar a aquel grado de molienda extrema es preciso recurrir al molino de bolas, que es el apropiado para moler arena gruesa y transformarla en la fina que se desee, incluso en polvo.

A este fin (véase sección esquemática) se ha instalado el molino de bolas (30) que se alimenta con arena gruesa procedente de la criba (28). Para ello, a la salida de ésta existe una tolva (s) con válvula que, según su posición, deja pasar la arena, sea directamente al silo (29), sea al tubo (s-i) que descarga en el alimentador de plato (i) en comunicación directa con el molino de bolas.

Maniobrando, pues, con la válvula (s) se abre o cierra, según las necesidades, el paso al molino de bolas, y la arena fina que éste produce pasa, por intermedio de una rosca, a los cangilones del elevador (32), que la vierte directamente a su silo (33).

Las características del molino de bolas (30) son:

Longitud del tambor	4 500 mm
Diámetro	2 200 mm
Capacidad	50 ton por hora
Peso de la carga de bolas	20 000 kg
Ídem del molino	39 850 kg
Potencia mecánica	300 CV

PRODUCCIÓN DE ARENA GRUESA POR LA MOLIENDA DE GRAVA.—De cuanto llevamos expuesto se deduce que sólo en circunstancias especiales será insuficiente la gravilla para dar abasto a la producción de arena. Sin embargo, para prevenir ese caso, que aunque poco probable es posible, se dispone en el silo de grava (16) de la zapata de toma (r), que por intermedio de la tolva (q) permite cargar la machacadora (21) con grava que a la salida ya triturada sufre las mismas transformaciones y es objeto de las mismas clasificaciones y transportes que los productos procedentes del machaqueo de gravilla, que hemos detallado anteriormente.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS EN CRIBADO, ETC.—Terminada la descripción de todas las fases de la trituración y ensilado de la grava, gravilla y arenas gruesa y fina, podíamos pasar a describir la instalación destinada a realizar iguales operaciones con el árido complementario de aquéllas, o sea con el cemento.

Pero antes de ello expondré las características de los elementos auxiliares descritos, que he omitido al ocuparme de los mismos, por no distraer entonces la atención del lector, exponiéndome a hacer insostenible esta exposición, que no se me escapa pueda tener de todo menos de amena. Espero que la relación de esas características, expresadas, como lo hago a continuación, en serie y a manera de ficha utilizable sólo por aquél a quien en un momento dado pueda interesarle su conocimiento, constituirá un complemento disculpable de las cifras que llevo ya estampadas en cuanto dejo escrito.

Criba plana de gravilla.—Núm. (20) de la Sección esquemática.

Tipo	Vibrante.
Dimensión de orificios	30 mm
Ídem del marco	1 000 × 4 000 mm
Peso	2 000 kg
Potencia mecánica	7 CV

Criba plana de arena.—N.º (23) de la Sección esquemática.

Tipo	Vibrante.
Dimensión de orificios	10 mm
Ídem del marco	1 000 × 4 000 mm
Peso	2 000 kg
Potencia mecánica	7 CV

Elevador de gravilla.—Núm. (19) de la Sección esquemática.

Tipo	Vertical de cangilones
Anchura de cangilones	660 mm

Altura de elevación	12,50 m
Potencia mecánica	12 CV

Cinta de transporte de arena.—Núm. (26) de la Sección esquemática.

Tipo	De goma sin fin.
Anchura cinta	600 mm
Pendiente	29 %
Longitud	28 m
Altura que salva	8 m
Potencia mecánica	8 CV

Elevador de arena.—Núm. (27) de la Sección esquemática.

Tipo	Vertical de cangilones
Anchura de cangilones.	500 mm
Altura de elevación	28 m
Potencia mecánica	15 CV

Elevador de arena fina.—Núm. (32) de la Sección esquemática.

Tipo	Vertical de cañilones
Anchura de cañilones.	400 mm
Altura de elevación	23 m
Potencia mecánica	12 CV

José ORBEGOZO
Ingeniero de Caminos

El saneamiento de Amorebieta

Hace poco más de un año se terminaron las obras de saneamiento de este histórico pueblo de Vizcaya; la obra en sí no tiene importancia ninguna, pues se trata de un saneamiento sistema unitario, con tubería de gres, sin particularidad alguna. Únicamente el paso del río Ibaizábal presentó alguna dificul-

ta, por ser su instalación relativamente nueva en España, es la estación de depuración de aguas. El poco caudal del río en estiaje la hacía imprescindible, pues el volumen de las aguas negras de 2.500 habitantes lo hubiera contaminado completamente, constituyendo no sólo un peligro, sino también una

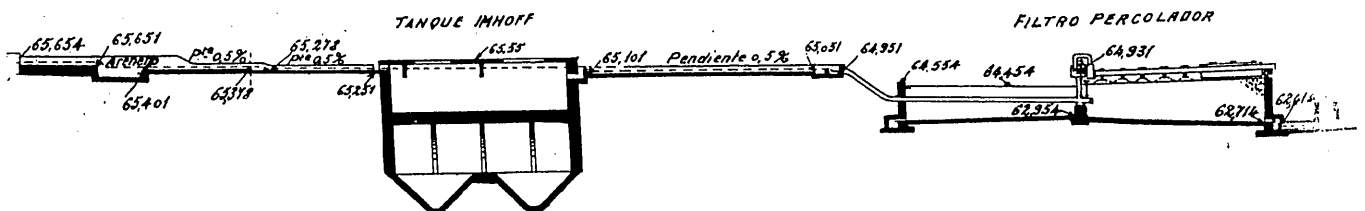


Fig. 1.^a Esquema longitudinal de la instalación

tad; se ha construído para él un sifón de tubería de fundición con juntas articuladas, sistema análogo al empleado en Bilbao, cuyo práctico resultado habíamos podido comprobar; la tubería, colocada sobre una cama de hornigón, va protegida también por este material, y aunque el río no es muy caudaloso,

enorme molestia sus olores para aquella poblada zona.

La depuración es completa, es decir, que la instalación consta de todos los elementos que se precisaban en una de su tipo de gran tamaño. Se pensó con todo cuidado la elección del sistema; los cienos activos que creímos conveniente adoptarlos, pues sus instalaciones precisaban una constante inspección técnica imposible de exigir en un Municipio de 2.500 habitantes; nos decidimos por el tipo de instalación, tan común en Inglaterra, de filtros percoladores, alterando únicamente de la instalación clásica la sedimentación, que nosotros la efectuamos con tanques Imhoff, cuyos buenos resultados los habíamos ya experimentado en Marquina, y que tienen la ventaja de evitar los malos olores, tan frecuentes en las instalaciones inglesas.

La instalación consta de los siguientes elementos:

- 1.º Un aliviadero limitador de caudal a la salida del emisario; tratándose de un sistema unitario no era posible ni preciso depurar en todos los casos el volumen total, porque en las grandes lluvias la dilución de las aguas negras aleja todo peligro de contaminación, llegada una cierta proporción. Calculado el volumen normal de aguas negras, establecimos la limitación de caudal, cuando el caudal aportado era cinco veces mayor.

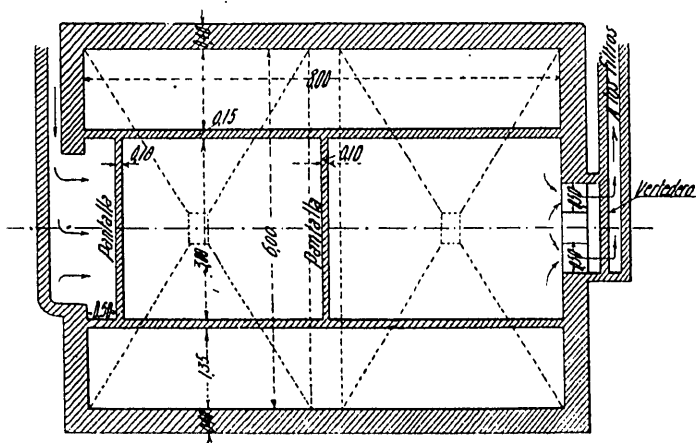


Fig. 2.^a Tanque Imhoff. Planta

la circunstancia de tener que ir emplazado el sifón en el remanso de la presa de Astepe hizo que la obra fuera de algún cuidado y que el sistema constructivo tuviera que ser análogo al que es preciso emplear en un curso de agua de importancia.

La parte del saneamiento que más interés presen-