

UNA NUEVA FABRICA DE CEMENTOS EN LA ROBLA (LEON)

Por ANTONIO FIGUEROA

Ingeniero de Caminos.

Se presenta una completa y detallada descripción de la nueva fábrica de Cementos de La Robla (León), construida últimamente, de acuerdo con el concurso convocado por la Delegación del Gobierno para la Industria del Cemento, según Decreto de 28 de septiembre de 1956.

I. Generalidades.

Para cubrir las necesidades de la región Noroeste, tradicionalmente deficitaria en conglomerantes hidráulicos, acaba de terminarse la instalación de una nueva fábrica de cemento portland propiedad de la firma Cementos La Robla, S. A., cumpliéndose así los propósitos del concurso convocado por la Delegación del Gobierno para la industria del cemento según Decreto de 28 de septiembre de 1956.

Fue elegido para su emplazamiento el pueblo de La Robla, a 25 Km. de León, punto de confluencia de las carreteras N-630 (Adanero a Gijón) y C-626 (La Magdalena a Palencia, por Tinamayor) y las líneas férreas de la Renfe a Asturias y de vía estrecha de La Robla a Valmaseda (Bilbao).

Justificación económica de su ubicación era también la explotación de los inacabables depósitos de materias primas construidos por formidables calizas y yacimientos de pizarra de favorable composición para la fabricación, así como la posibilidad de utilización de carbones de la cuenca, prácticamente a bocamina.

El proyecto de la instalación general, en sus múltiples aspectos económico, de obra civil, mecánico y eléctrico, así como todas las instalaciones auxiliares, fue redactado durante el período 1958-1959 por los ingenieros D. Antonio del Valle Menéndez y D. Antonio Figueroa Herreras, previas consultas a numerosos especialistas de los diferentes capítulos que constituyen el estudio.

II. Descripción de la factoría.

La fábrica, proyectada y construida a instancias de su promotor, D. Emilio del Valle Egocheaga, siguiendo el más moderno criterio técnico, ocupa una extensión de 102 000 m.², de los cuales 17 000 corresponden inicialmente a su superficie edificada.

Sus instalaciones forman, en conjunto, una de las mayores plantas nacionales de fabricación de cemento portland, con una capacidad de producción prevista de 400 000 Tn. anuales, si bien dicha cifra se alcanzará en sucesivas ampliaciones, de acuerdo con un plan previsto, e iniciándose en la actualidad con 100 000 to-

neladas/año. Obedeciendo a un criterio económico y técnico, algunas de las secciones parciales de fabricación se han dimensionado ya inicialmente para las capacidades de producción futuras.

El ciclo de fabricación comprende las siguientes secciones:

Machaqueos de materias primas, donde la piedra caliza y pizarra, procedentes de las canteras, son trituradas, la primera en dos escalones, y la segunda, en uno, para su vertido en los acotados correspondientes de la nave hangar.

Tanto el machaqueo de pizarra como el primario de caliza, tienen capacidad para la producción futura de 400 000 Tn./año.

Por el contrario, cada ampliación requerirá la instalación de una nueva unidad de machaqueo secundario de caliza.

Molienda de crudo. — La caliza y pizarra, procedentes de la nave hangar, y ya reducidas al tamaño de gravilla, son trituradas, previa adición de agua, en un molino de bolas, produciéndose la pasta cruda.

Manipulación y homogeneización de pasta. — Una batería de cuatro silos, provista de aireación inferior por aire comprimido, sirve para efectuar la perfecta homogeneización de cada amasada de pasta. La correcta dosificación previa mezcla de los contenidos de los tanques, se efectúa en una balsa mezcladora de carro giratorio. Los oportunos transvases a entre tanques, y de éstos a balsa y de ésta al horno, son conseguidos mediante dos casas de bombeo. El aire comprimido es producido por una batería de compresores.

Horno rotativo. — Con una capacidad de producción de 100 000 Tn. al año, está completado por las instalaciones de captación y recuperación de polvos y de enfriamiento y arrastre del clínker, hasta el interior de la nave hangar.

Molienda de cemento. — Efectuada por medio de un molino de bolas, está provista de una instalación captadora de polvo y otra de bombeo de cemento a silos.

Ensilado y ensacado. — El cemento es conducido a la batería de 4 silos, desde donde puede expendirse sobre camión o vagón, bien a granel, bien envasado por una planta ensacadora automática.

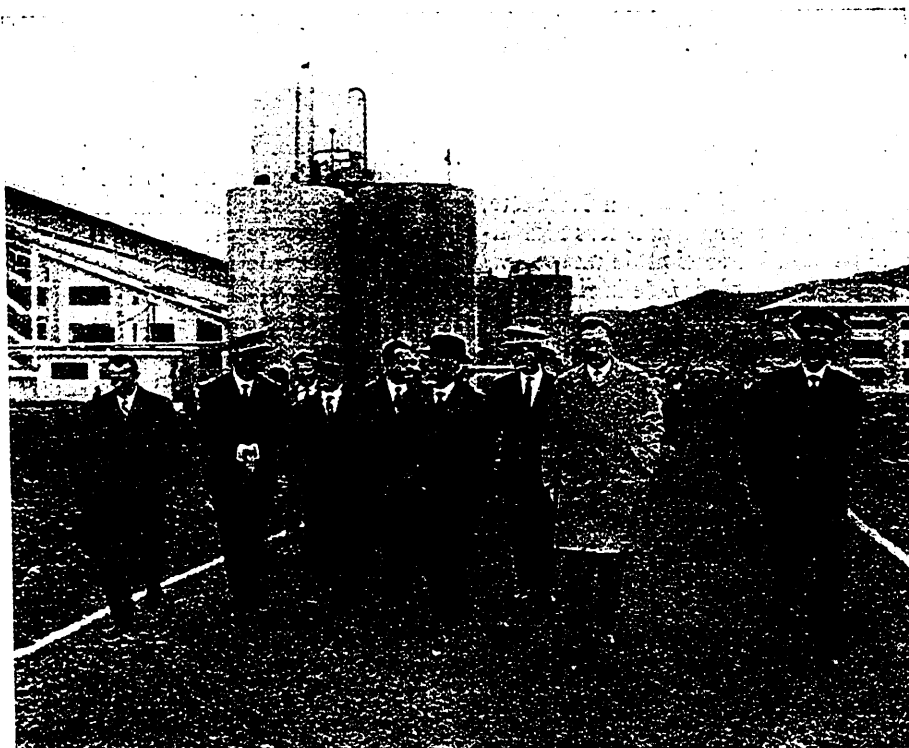
Yeso. — Una pequeña sección está dispuesta para recibir, dentro de la nave-hangar, el yeso, efectuar su trituración y almacenarlo para su mezcla con el clínker, previa a la molturación.

Secado y molienda de carbón. — Previsto el suministro procedente de lavaderos de las próximas minas, se hace imprescindible una reducción en el contenido de humedad, que se realiza en dos escalones: el pri-

lería, cubiertas y pintura, para terminar justamente a los dos años de la iniciación.

El amplio dimensionamiento de los edificios, con vistas a las futuras ampliaciones, proporcionó un volumen de obra considerable, del cual son buena prueba las cifras siguientes:

31 300 m.³ de hormigón armado:



Los Sres. Ministros de la Gobernación y Trabajo, con el personal directivo de la Sociedad, en un momento de la inauguración.

mero, en un secador rotativo, del cual pasa a su almacén correspondiente de la nave hangar, y el segundo, en el interior del propio molino de carbón, aprovechando el aire secundario del horno y de donde se inyecta directamente al mismo.

Nave hangar. — Paralela al eje del horno, alberga en su interior y en diferentes compartimentos, las materias primas, el combustible y el producto de cocción, en el orden siguiente: caliza, pizarra, clínker, carbón seco y húmedo y yeso triturado y sin machacar.

III. Construcción de la obra civil.

Después de tres meses de trabajos de explanación y desvío de un arroyo, durante los cuales se movieron 60 000 m.³ de tierra, fueron iniciadas, en junio de 1959, las obras de cimentaciones y estructuras, completándose a continuación con los trabajos de albañi-

para los cuales fueron empleados:

9 400 Tn. de cemento.
2 450 Tn. de acero en armaduras.
43 800 m.³ de áridos.
74 900 m.² de encofrado.

Pasamos ahora a describir someramente las diversas construcciones, indicando los problemas surgidos y las soluciones elegidas en cada caso.

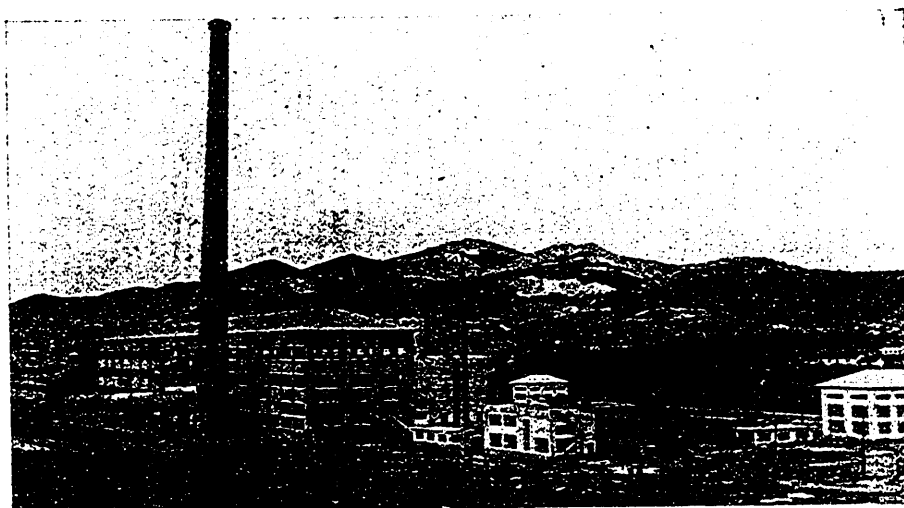
Edificios de machaqueos. — Para la trituración primaria y secundaria de caliza y la única de pizarra, fueron proyectados y construídos sendos edificios, de análoga concepción y dimensiones, proporcionales al volumen de la maquinaria que ha de albergar. Constán de una primera planta a ras del suelo para alojar las tolvas de recepción, y otras tres plantas subterráneas para alimentador, machacadora y carga de la cinta, respectivamente. La más profunda, y de menores dimensiones, fué construída en cajón de hormigón

armado; las restantes, de hormigón en masa, como muros de contención y la del nivel del piso con estructura de hormigón, cerramientos de albañilería y carpintería metálica acristalada y cubierta metálica con planchas de fibrocemento.

Dado el carácter de acarreo aluvial del fondo del valle que presentaba el suelo y la proximidad del nivel freático, la excavación de estos fosos fué particularmente penosa, siendo necesario el uso de inyecciones posteriormente para rellenar las oquedades de trasdós de los muros y suprimir los rezumos de humedades por las juntas, no obstante su exquisito tratamiento y el empleo de agente aireador impermeabilizante en toda la obra subterránea.

con doble parrilla, alcanzan la altura de 12.10 m. sobre su fondo, que a su vez se encuentra apoyado sobre dos muros circulares concéntricos a 3.10 m. sobre el suelo, permitiendo el fácil manejo de válvulas de pasta y aire desde los pasillos que se constituyen. El diámetro interior es de 8.23 m. y sobre uno de ellos se ha situado el depósito de agua.

Toda esta sección, con las capacidades de 636 m.³ cada tanque, 1.415 m.³ la balsa, 213 m.³ el depósito de recogida del molino y 40 m.³ cada sumidero de la balsa, está dimensionada para el funcionamiento desahogado de 200 000 Tn./año de producción de la factoría, siendo precisa su ampliación en las mismas unidades para las tercera y cuarta extensiones futuras.



Vista de la fábrica desde el SO.

Las tres cintas inclinadas que extraen respectivamente el producto triturado de cada instalación, atraviesan cada una un túnel de solera armada y cajeros y bóveda de hormigón en masa, para elevarse después sobre una graciosa estructura de hormigón armado constituido por una viga en T apoyada sobre soportes en A.

Tanto el machaqueo primario de caliza como el de pizarra, están dimensionados para servir a la producción de cuatro hornos, siendo sólo preciso en el futuro la instalación de plantas de machaqueo secundario de caliza.

Silos y balsas de pasta. — Las casas de bombas para alojamiento de la instalación de trasiego de pasta, fueron construidas subterráneamente, una en el interior de la nave de molienda y otra adyacente a la balsa mezcladora.

La balsa mezcladora, de 20 m. de diámetro interior y una profundidad de 4.60, se proyectó semienterrada, a fin de disminuir los fuertes empujes hidrostáticos de la pasta.

Los tanques de homogeneización, en número de cuatro, de hormigón de 25 cm. de espesor y armado

Nave hangar. — Constituyendo el eje principal de las construcciones de la factoría, este colosal edificio presenta unas dimensiones en planta de 300 m. de longitud, 21 de ancho exterior y una altura variable de 20 a 26 en coronación de fachadas y 24 a 30 en cumbre, siendo causa de esta variabilidad la pendiente del terreno explanado. El interior de la nave fué excavado en forma de artesa, a fin de aumentar la cubicación de los almacenes.

Muy interesante fué el método constructivo empleado, conjugando la prefabricación con la construcción normal, y lográndose el máximo ahorro de andamiajes. Cimentados sobre zapatas individuales, los pilares eran levantados con el uso de encofrados prefabricados, que se colocaban en posición con el uso de una grúa móvil. Otro se hacía con la ferralla e incluso con el operario del vibrador, encargado también del aplane, hormigonándose con una grúa-torre. La misma grúa-torre, al llegar a las alturas pertinentes, subía y colocaba las vigas de fachada, que en un taller de fabricación contiguo eran construidas. Gracias a la multiplicación de éstas, el átado de fachada conse-

guido es perfecto, mediante un ingenioso armado de los nudos, que permite la transmisión de esfuerzos.

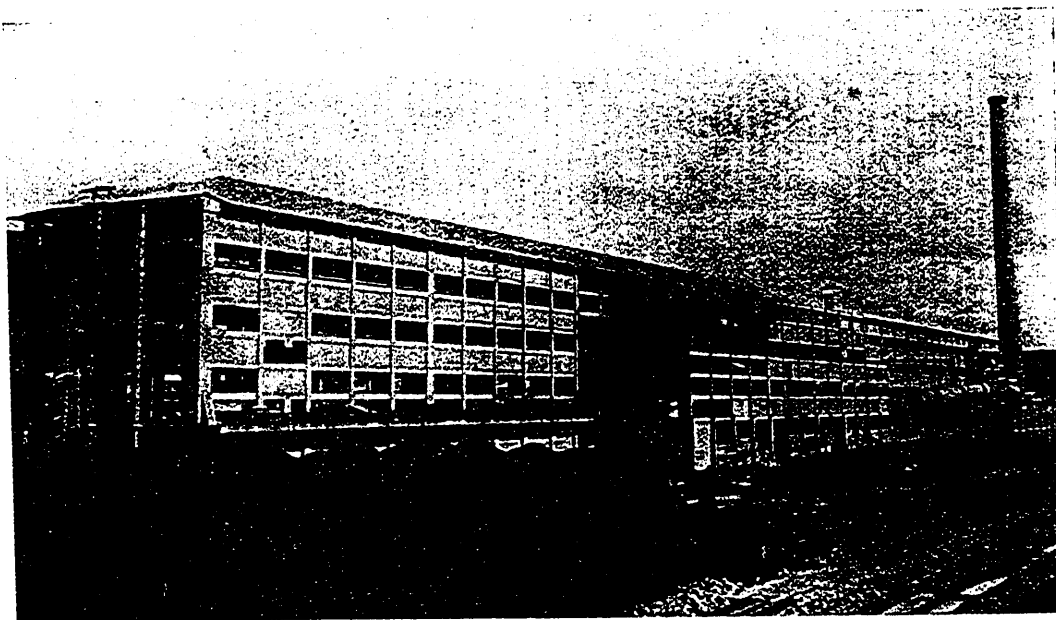
De esta forma se consiguió subir 2,40 m. de pilar cada tres días, y ello, en tandas de 6 pilares cada tajo, eliminando totalmente el tiempo de encofrado y apuntalado de las vigas.

Por otra parte, la proximidad entre vigas, 2,40 m., mejoraba notablemente las condiciones de estabilidad de los pilares, en el sentido del plano de fachada, obteniéndose anchos de pilar mínimos, de 0,50 m. en relación con su altura, y recargando el material en el sentido del canto 1,70 m., para permitirle resistir

quería, una fachada superligera de fibrocemento y verondulit.

La cubierta, constituida por cerchas y correas metálicas y planchas de fibrocemento, se construyó a cuatro aguas, como el resto de los edificios, a fin de armonizar con otras instalaciones industriales próximas.

Los muros de separación entre los diversos almacenes fueron construidos permitiendo un paso interior hueco, de forma que, además de lograr su aligeramiento se obtuvieron muy útiles pasos a través de la nave, en evitación de largos recorridos.



Vista general de la factoría desde el SE.

aparte las cargas axiales, las excentricidades producidas por la acción del viento, el puente-grúa y el empuje de los materiales almacenados contra las pantallas. La misión de éstas es aumentar la capacidad de almacenamiento de la nave, incrementando la altura variable, de los taludes laterales del fondo de artesa, hasta una cota constante. Así se buscó una solución funcional al problema de los empujes, de forma que desde el extremo *O*, donde se ha de almacenar el material más ligero, carbón, y donde la altura total de empuje se reparte en 1,25 m. contra el talud de artesa y 7,25 contra la pantalla armada, hasta el extremo *E*, que almacena el material más pesado, caliza, repartiéndose el empuje en 3,75 m. contra el talud de artesa y 2,75 contra la pantalla. Las pantallas, empotradas en los pilares y con dos o tres vigas de rigidización de trabajo horizontal (según alturas), tienen un espesor de 0,25 m., y el nervio superior sirve de pasillo de observación o soporte de cintas transportadoras. Entre las oportunas escotaduras de las vigas prefabricadas se montó posteriormente, donde se re-

En el interior de la nave-hangar se encuentran también las tolvas de caliza, pizarra, clínker y yeso, en su proximidad al edificio de molienda de carbón humedo y seco, y descarga de clínker inmediatos al edificio de manipulación de carbón, y toda la instalación trituradora en el extremo *O*.

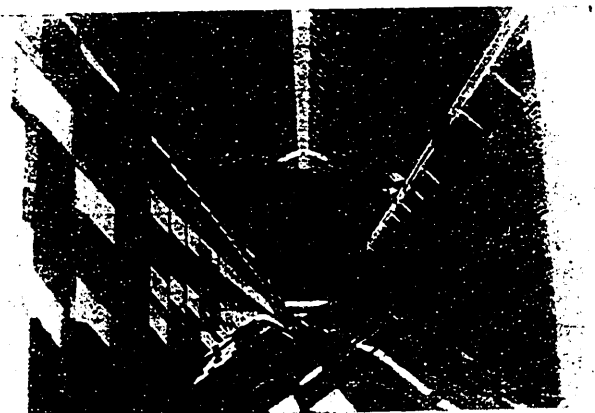
A la cota + 21 fué montada la viga-soporte del carril del puente-grúa, construida también prefabricada, y hormigonada *in situ* su parte superior, formando un voladizo de paso y recibiendo las travesillas de sustentación:

Esta nave-almacén, con capacidad para:

- 16 500 Tn. de caliza = 12 195 m.³,
- 8 100 Tn. de pizarra = 5 985 m.³,
- 15 000 Tn. de clínker = 9 760 m.³,
- 8 500 Tn. de carbón húmedo = 6 480 m.³,
- 4 000 Tn. de carbón seco = 3 960 m.³,
- 450 Tn. de yeso triturado = 495 m.³,

está dimensionada para la producción total final.

Edificio de molienda. — Adosado a la nave-hangar en su fachada N., este edificio alberga la nave de molinos, la de motores síncronos y la subestación principal de transformación. Se trata de una estructura de hormigón armado, reticulada en ambos sen-



Interior de la nave almacén.

tidos y dividida en seis cuerpos independientes por las juntas de dilatación, de los que actualmente se han construido cuatro. Contrariamente a la solución de doble pilar empleada en la nave-hangar, en esta ocasión la junta de dilatación se efectúa apoyando las vigas pertinentes sobre ménsulas de los pilares. Estas ménsulas quedan disimuladas por el acartabonamiento que se dispuso en uno de los sentidos. Presenta luces importantes de hasta 9,50 y 12 m.

La primera nave alberga la batería de molinos, tanto de crudo como de cemento, y en el momento actual se ha construido con capacidad para los dos molinos iniciales de crudo y cemento y los futuros tres de crudo.

La segunda nave, diáfana en toda su longitud, alojará a los grandes electromotores síncronos de 900 HP. a 5 000 V., que accionan los molinos. La separación entre ésta y la anterior de doble tabicón, hueco doble y aislamiento de fibra de vidrio, pretende evitar la propagación de los ruidos y vibraciones que en grado considerable se producen en la sala de molinos. Asimismo esta sala, como el conjunto de las instalaciones contiguas de la subestación de transformación, se ha dispuesto estanco al polvo, dotándola de las puertas herméticas con junta de goma y aspiradores de ventilación provistos de filtro. Con este motivo, al ser la estancia más pulcra de la factoría, se ha intentado adjudicarle un cierto carácter de suntuosidad, empleando algunos elementos decorativos como el mosaico, frescos, etc., y una adecuada intensidad lumínica.

El pabellón contiguo comprende todo el conjunto de celdas y pasillos destinados a la estación principal de transformación.

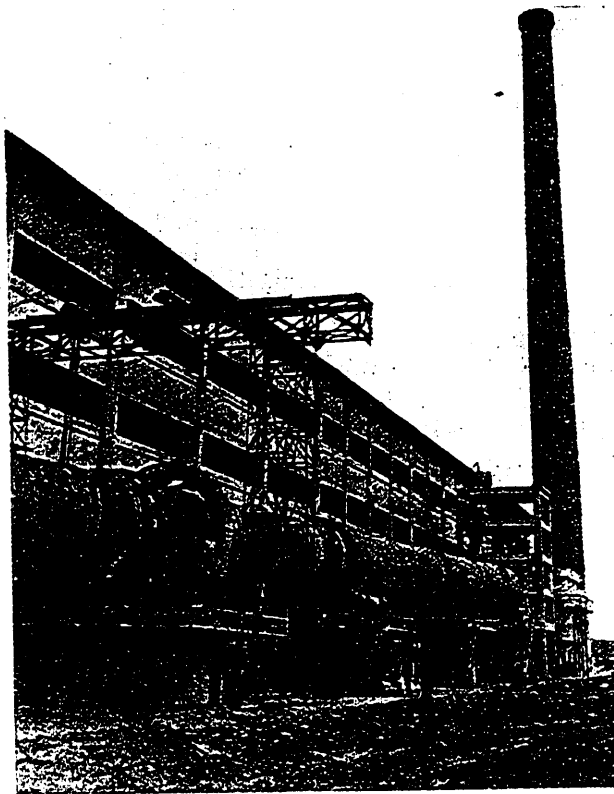
Tanto toda la tabiquería interior como las facha-

das, se han construido en fábrica de ladrillo; los exteriores, con un zócalo de mampostería concertada y un amplio coeficiente superficial de iluminación exterior por ventanales metálicos.

Sobre correas metálicas fijas a la estructura de hormigón, se alternan planchas de fibrocemento y vidrio, constituyendo la cubierta.

Silos para cemento y edificio de la planta ensacadora. — Adyacente a la batería de silos, se construyó el edificio de la planta ensacadora, que aloja en sus tres plantas y sótano toda la maquinaria de manipulación del producto, captación de polvo y la máquina envasadora automática. Está constituida por una sencilla estructura de hormigón y cerramientos de fábrica de ladrillo y carpintería metálica acristalada en las dos plantas superiores.

La cimentación de los silos, previo un estudio especial del terreno por medio de sondeos y pruebas de carga, se constituyó por una única losa de hormigón fuertemente armado, de dimensiones $49,50 \times 18,40 \times 2,50$, apoyada sobre la cota — 4.90, capaz de transmitir al terreno una presión máxima de 2 Kg./cm.²,



Angulo de la fachada Sur.

como consecuencia de las múltiples hipótesis de carga, posibles resultantes de las distintas combinaciones de silos llenos o vacíos, de la sección del material pulverulento en su interior y los empujes de viento.

Los cuatro silos, de forma cilíndrica, espesor 25

centímetros, diámetro interior de 11,00 m. y altura sobre la losa de cimentación 26,40 m., presentan fondos planos casi horizontales, apoyando las losas de fondo sobre los muros circulares de borde y otros dos a la separación de 3,05 m., constituyendo un pasillo longitudinal y axial a la batería. Aunque todo el hormigón de la caña fué impermeabilizado con un agente aireante adecuado, así como el techo, este último se recubrió exteriormente con láminas de tela asfáltica entre el forjado resistente y el ligero recubrimiento de pavimento ruletado superior, y las paredes superiores fueron sometidas al tratamiento de un hidrófugo superficial.

Horno rotativo. — Las seis pilas que soportan el horno, solicitadas por cargas dinámicas impuestas por la rotación que llegan hasta 302 Tn., en una de ellas fueron construidas cada una sobre una zapata de cimentación de hormigón de 300 Kg., armado con parrilla, sobre la cual se elevó la pila propiamente dicha con muros perimetrales de 90 cm. de espesor, ligeramente armados en su superficie exterior. El interior, con el único objetivo de lograr un incremento de peso que asegurase la estabilidad al vuelco, se relleno con hormigón ciclópico de pobre contenido de cemento. Ante el temor de un posible asiento diferencial, tan perjudicial para la alineación de la caña, se previó una fatiga máxima sobre el terreno de 1 Kg./cm.². Un voladizo de 1,20 m. de luz y espesor variable, de 0,10 a 0,20, permite el fácil acceso alrededor de la bandada.

Para alojamiento del enfriador Fuller y por exigencias del mismo, se proyectó un foso cubierto con un forjado armado, de 11 m. de luz, que habría de soportar, además de su peso propio y 3 Tn./m.², las cuatro cargas puntuales de 22 Tn. de una estructura metálica. Estas solicitaciones, unidas a ciertas limitaciones de canto, imponían un problema estructural que se resolvió por medio de un delicado forjado nervado. Los muros perimetrales, de hormigón en masa.

Una sencilla estructura de cinco plantas, en el extremo posterior del horno, alberga la maquinaria correspondiente a la alimentación de pasta y cámara de humos.

Para lograr el tiro de los humos del horno y su fácil disipación a la atmósfera, y a fin de conseguir un mínimo de depósito de polvos en las tierras circundantes, se proyectó una chimenea de hormigón armado, con la altura de 80 m. Después de algunos tanteos iniciales, se adoptó la solución de autoencofrado por bloques prefabricados. Una camisa de piezas de Kieselguhr aislaba la caña del forro interior de la fábrica de ladrillo en contacto con los humos calientes.

IV. Instalación eléctrica.

La factoría toma su energía de una doble línea a 45 KV., que atraviesa los terrenos de fábrica. Desde un principio se pretendió evitar los tendidos aéreos

por el interior de la misma; por este motivo, y tras desviar la citada línea doble, se dispuso desde la caseta de toma, provista de la adecuada protección automática, una línea subterránea a 45 KV., que por razones de seguridad de funcionamiento se montó con doble cable.

Este penetra hasta el último corazón de la fábrica, a la estación principal de transformación situada en el extremo de la citada nave de molienda. En ella, y con acceso directo desde un muelle situado en su fachada Norte, se disponen las celdas para transformadores, previstos en número de cuatro, de los cuales se instalan dos en primera fase, uno de ellos en reserva. Tras un estudio de las potencias requeridas en cada escalón de ampliación, fué elegida la potencia unitaria de 4 000 KVA. En celdas análogas se colocaron la batería de c./c. al rectificador (tanto para el alumbrado de emergencia como para el rearmado y señalización de las protecciones en alta tensión). El resto de esta estación de transformación se proyectó en forma de pasillo longitudinal, a la izquierda del cual se dispusieron las celdas de 45 KV., recorridas por un embarrado a esta tensión ocupadas por las botellas terminales de los cables de entrada, protección y medida de cada transformador; a la derecha, y recorridas también por un embarrado, doble en este caso, a la tensión secundaria de 5 000 V., se instalaron las celdas de salida de líneas a esta tensión intermedia, provistas cada una de seccionador, interruptor automático, bases fusibles y botella terminal. Desde estas salidas y por cables armados subterráneos, se alimentan además los grandes electromotores síncronos de 900 HP. a 5 000 V. que accionan los molinos, los electroblocks de transformación o centros secundarios donde se transforma de 5 000 a 380/220, y situados en los centros de gravedad de las cargas de cada sección parcial de fabricación. En estas unidades en forma de armarios metálicos estancos se dispone la celda de entrada a 5 KV., con el equipo de protección la celda del transformador y la de las salidas a 380 V. Se calculó el reparto de cargas, tanto iniciales como futuras, a fin de normalizar los electroblocks, considerándose la potencia óptima de 400 KVA. para cada transformador, obteniéndose las futuras ampliaciones, bien por ampliación del armario con nuevas unidades de transformación, bien por instalación de nuevos electroblocks.

Desde los centros secundarios de transformación salen cables armados de alimentación a los armarios de control, protección y maniobra, desde los cuales y previo control de tensión y amperaje consumido, protección por guadamotores provistos de relés magnéticos y térmicos y fusibles y accionamiento por pulsadora señalizados, se maniobra cada uno de los motores de la factoría. Estos accionan las distintas máquinas en el orden de secuencia previsto por los enclavamientos correspondientes.

V. Construcción y montaje de la maquinaria.

El conjunto de toda la maquinaria de fabricación, después del previo estudio de las ofertas recibidas, fué encargado a una conocida Sociedad española, con importantes factorías en San Carlos, Matagorda, Sestao y Reinos, trabajando con las licencias exclusivas de un potente grupo industrial británico.

En líneas generales puede estimarse en un 40 por 100 los elementos importados directamente de Inglaterra, bien en forma de máquinas completas, bien en conjuntos parciales.

Un 50 por 100 ha podido ser construido en nuestro país, sin menoscabo alguno de su calidad y con un ahorro importante de divisas.

El 10 por 100 restante, cintas transportadoras, puentes-grúa, etc., máquinas muy standardizadas, fué subcontratado a terceros, previo examen meticuloso de calidad por parte de la oficina de garantía técnica.

Describiremos a continuación las máquinas más importantes de esta instalación:

Machaqueos. — Alimentadoras de láminas efectúan la carga de las tres machacadoras, entre las que merece destacarse la quebrantadora primaria de caliza, de mandíbula, con un peso de 90 Tn. y un rendimiento de 190 Tn./hora, totalmente construida en España, con lubricación automática. La trituradora secundaria es un cono tipo Symons de gran rendimiento. Para triturar la pizarra se dispone de una sencilla trituradora de rodillos dobles. Los productos respectivos son conducidos por transportadoras de cinta a sus lugares de almacenamiento a la nave-hangar.

Molidas. — Ambos molinos de crudo y de clínker obedecen a un mismo diseño, Compound de tres compartimientos, con tubo envolvente de chapa de acero dulce soldada, cabezas de acero fundido y cojinetes de muñones oscilantes lubricados por aceite y refrigerados por agua. El interior, recubierto por placas de desgaste de acero al cromo, en primero y segundo compartimiento, y de fundición blanca dura, en el tercero. Accionados por contramarcha desde los grandes motores síncronos ya mencionados.

La carga se hace por medio de dos mesas alimentadoras, en el caso del molino de crudo, y por dos alimentadoras de peso constante, en el clínker.

Mientras el crudo producido cae ya directamente a una zanja colectora de pasta, el cemento molido es impelido por una bomba Fuller por tubería a los silos. Una planta colectora de polvos, completa esta instalación.

Homogeneización de pasta. — Todo el trasiego de pasta cruda desde el depósito y zanja colectora a los tanques y desde la balsa mezcladora a los mismos o a la alimentación del horno, se efectúa por medio de bombas de fango Linatex, de rodets y cuerpo interior de goma y sello hidráulico por bomba auxiliar.

La homogeneización se logra por medio de insuflación de aire comprimido producido por una batería

de compresores rotatorios y es distribuida a los diversos puntos por medio de una válvula automática temporizada.

También está dotado de una pequeña instalación análoga, aunque independiente, el carro mezclador de brazo simple que efectúa la agitación de la balsa de pasta cruda.

Nave-hangar. — Toda la manipulación de materiales en el interior de esta nave, traslados, apiles, cargas de tolvas, etc., es efectuada por dos puentes-grúa de accionamiento eléctrico, provistos de cuchara de almeja con capacidad de 8,5 Tn. y dotados de traslación longitudinal adelante y atrás, transversal a ambos lados, elevación y descenso de cuchara y apertura y cierre de la misma totalmente automático por medio de una compleja instalación eléctrica que permite hasta cinco regulaciones por cada movimiento, pudiéndose alcanzar velocidades de 122 m./min., todo ello por medio de dos únicas palancas de mando.

Almacenamiento y ensacado del producto. — Tanto el sangrado de los silos como la conducción hasta la planta ensacadora, se efectúa por juegos de aerodeslizadores internos y externos. El ensacado se realiza con una ensacadora automática de tres bocas y gran velocidad de cargue, la cual es cargada por un elevador de cangilones y criba vibrante. La limpieza de polvos se hace mediante una instalación captadora.

Secado y molienda de carbón. — Un secador rotativo de contacto directo recibe aire caliente de un hogar Riley, efectuando el secado a contracorriente, por tiro inducido desde un ventilador, depurándose a la salida por medio de un ciclón. El molino de bolas realiza, además de su misión específica, el secado final por ventilación de aire secundario del horno. La manipulación se hace por medio de transportadores sin fin, elevador de cangilones y cinta transportadora. La inyección de carbón al horno la efectúa un (alimentador) ventilador alimentado por dos vises extractores desde una tolva de carbón pulverizado y seco.

Horno. — El elemento principal de la factoría es, sin duda, el horno rotativo de 110 m. de longitud y 3 de diámetro; en la zona de clinkerización aumenta a 3,429 m. El tubo es de construcción soldada, con espesores que oscilan entre 30 y 50 mm. Las distintas virolas en que se dividió para su transporte, fueron unidas por junta cubierta roblonada en obra. Soportado el conjunto por seis aros de rodadura que apoyan sobre sendas bancadas constituidas cada una por dos rodillos y cuatro cojinetes. Aros de refuerzo y rodillos de retención completan con la cabeza de combustión esta unidad.

El interior se revistió con refractario aluminoso del 24, 36 y 65 por 100 de alúmina, con excepción de la zona de sinterización, que fué preparada con refractario de magnesita, aislada con placas de chamota procedente de importación. La zona de secado se dispone de 13 cortinas de cadenas suspendidas.

Los gases procedentes del horno son depurados por un precipitador multiciclón de seis unidades. cu-

yos polvos son recuperados por un sistema de sin-fines y elevador de cangilones para su reutilización.

El tiro se induce por un potente ventilador previo a la chimenea.

El clínker es enfriado a la salida del horno por una unidad Fuller de parrilla móvil y dos ventiladores, de la cual se extrae por una cadena de draga para su introducción al almacén por tubo vibrante.

Yeso. — La sencilla instalación de preparación de yeso se compone de una machacadora de mandíbulas y rodillos, alimentada por una cinta de láminas.

VI. Instalaciones auxiliares.

Cantera. — Para el suministro de materias primas se dispone de un conjunto de afloramiento de caliza devonianas y cretáceas de potente cubicación, así como de formación pizarrosas blandas de fácil extracción. Se emplean para la perforación martillos ligeros y perforadoras de 20 m. de alcance sobre carro móvil, produciéndose el aire comprimido por un compresor estacionario de 125 HP. Una pala de empuje Ruston Bucyrus de 1,5 yarda cúbica, carga sobre las unidades de transporte, camiones volquete Euclid de 13 Tn. de carga útil.

Pista. — Para unir la factoría con las canteras se proyectó y construyó una pista de 8 m. de anchura y 5 Km. de longitud con firme especial de arena Telford macadam y hormigón asfáltico, que en algún lugar y por exigencias del tipo de terreno atravesado, alcanzó un espesor de 70 cm., para resistir las cargas de 21 Tn. por eje que imponía el vehículo, así como el intenso tráfico previsto. Un estudio previo de los suelos utilizables y de las compactaciones obtenidas en terraplenes, determinó las directrices a seguir en cada momento. El trazado, de acuerdo con la utilización prevista y su repercusión directa en los costes de acarreo, fué minuciosamente estudiado en relación con rasantes y radios, obteniéndose una suavidad muy aceptable no obstante la naturaleza montañosa atravesada.

Abastecimiento de aguas. — Asimismo fué necesario efectuar un abastecimiento de aguas de cierta complejidad, dado el volumen de líquido consumido en refrigeraciones y en el proceso de fabricación por vía húmeda. Se realizaron dos captaciones de tipo similar en el arroyo Pelosas, próximo a la fábrica, y en el río Bernesga. Este último, pese a su alejamiento, fué imprescindible para cubrir la falta de caudal de arroyo durante el estiaje. Una automatización eléctrica permite controlar ambas estaciones de bombeo desde la factoría.

Apartadero. — Para la entrada del carbón y el yeso, así como la salida del cemento, se estudió un apartadero ferroviario de 3,550 m. de vía de triple carril para el ancho normal y vía estrecha, disponiéndose de una vía de circulación y un reparto en abanico con doble vía, para entrada y salida, a cada servicio.

Saneamiento y drenaje. — Tanto las aguas procedentes de los circuitos de refrigeración con la de limpieza y pluviales son recogidas por una red de saneamiento que las conduce a colectores secundarios reunidos todos por un colector axial profundo bajo el fondo de artesa de la nave-hangar. Tanto éste como las secundarias son visitables, de sección ovoidal y construcción de hormigón, la mitad interior y ladrillo perforado la superior, recubierto por drenes de canto rodado hasta la superficie.

Urbanización. — Para el servicio interior de la fábrica y dada la gran extensión de los terrenos que ocupa se diseñaron calles con una longitud total de 2,300, bordeadas de paseos y arbolados, plazas ajardinadas y parques de carbón piedra y materiales, completa el total de las instalaciones. Merece destacarse el acceso principal a la factoría, resuelto con absoluta independencia entre los tres tráficos normales: entrada de clientes, de camiones de cantera y de personal interior general, así como su cruce con vías de apartadero, ferrocarril de La Robla a Valmaseda, y carretera estatal, mediante los pasos superiores oportunos.

Laboratorio. — Ha sido montada una moderna instalación, en la que se dispone de los más modernos aparatos de ensayo de cemento, de acuerdo con el Nuevo Pliego de Conglomerantes Hidráulicos de 1960, que, además de proporcionar el necesario y meticuloso control de fabricación, se pone en disposición del cliente para cualquier prueba o investigación que pudiera necesitar.

VII. Consideraciones finales.

Según queda dicho, se invirtieron dos años en la ejecución de todos los trabajos hasta la iniciación de la puesta en marcha. La media del personal requerido fué de 500 hombres, y el máximo alcanzado, 800, en el verano de 1960.

La nueva fábrica, además del efecto indirecto que producirá en la región en relación con la creación de numerosos puestos de trabajo, ocupará aproximadamente 90 obreros y empleados, cifra relativamente pequeña en proporción a la importancia de la industria, obtenida gracias a la automatización de las operaciones de fabricación y a un minucioso estudio de los puestos de trabajo, su organización racionalizada y la implantación de un servicio permanente de control y mejora de métodos.

Toda la obra estuvo dirigida por el autor de esta comunicación, que quiere aprovechar esta ocasión para agradecer a todos cuantos directa o indirectamente han prestado su colaboración en la consecución del fin propuesto, y en especial a los Sres. Cáceres, Calvo Díez, Escario, Gascuñana, Jeffery, Martín Rueda, Martínez (D. Eduardo), Martínez (D. Diego), Monzón, Navarro, Ojembarrena, Parker, Pastor, Urrutia y Vianco.