

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

CONGRESO DE CIENCIAS DE VALLADOLID

UNA NUEVA FÁBRICA DE CEMENTO PORTLAND

MEMORIA

PRESENTADA EN LA SECCIÓN DE CIENCIAS APLICADAS

POR

D. ANTONIO LÓPEZ FRANCO

Ingeniero de Caminos (1).

CONSTRUCCIONES.— Gracias al empleo de motores eléctricos se ha podido hacer la distribución de las diversas instalaciones, atendiendo sólo á la buena marcha de las operaciones que han de sufrir los materiales, procurando que éstos pasen de una á otra de una manera sucesiva y continua. Así, en los frentes de la vía se han hecho los muelles, en los que se verifica la descarga del carbón y carga del cemento, separados ambos por un cuerpo central donde están la estación eléctrica de transformación y motores. Contiguo al almacén de carbón se ha construido el secadero, molino y aparatos para la inyección en el horno. En la parte opuesta que da frente á las canteras se ha instalado la estación de descarga del cable que transporta la caliza y en seguida el molino de crudo, diluidores y mezcladores. Entre ambos frentes se extiende una gran nave donde se ha montado el horno, de manera que uno de sus extremos está junto al molino de crudo y el otro junto al de carbón, y en sentido normal á esta nave va adosado el silo de clinker con sus dos transportadores, superior é inferior, verificándose por este último la conducción del clinker al molino y silos de cemento, situados junto al muelle de la vía.

Siguiendo las indicaciones de la Casa Smith, todas las naves son completamente abiertas, verificándose la entrada en ellas por cualquier punto, lo cual facilita sobremanera la vigilancia general y la reparación de cualquier máquina, así como la ventilación y alumbrado. Solamente son cerrados las salas de motores y silos. La construcción es toda de hormigón armado, y consta de una serie de pilastras de sección cuadrada de 0,60 metros, enlazadas entre sí; espaciadas cada 5 metros y arristradas á una altura de 5 metros por arcos rebajados sobre los que existen grandes ventanales hasta la altura de la cornisa, re-

sultando, como puede verse en los dibujos y fotografías adjuntos, un conjunto agradable y armonioso en el que se acusa la ligereza del material empleado, es decir, un estilo arquitectónico propio del hormigón armado, y á la vez tiene la sencillez y sobriedad que debe tener todo edificio alejado de población y destinado á una industria.

A diversas alturas y en diferentes lugares, según las exigencias de la instalación de la maquinaria, se han construido pisos de hormigón armado apoyados en pilastras y en las fachadas ó en los macizos de las fundaciones, y sobre ellos en muchos puntos van instaladas máquinas con sus bancadas, cuyos pesos, no despreciables, se han tenido en cuenta en los cálculos correspondientes.

De esta manera se ha logrado que toda la construcción en conjunto con sus elementos, muros, pilastras, fundaciones, bancadas, pisos y en muchos sitios cubiertas, formen un todo monolítico característico del sistema de hormigón armado que, soportando perfectamente las trepidaciones, presenta la inmensa ventaja de haberse podido graduar perfectamente las resistencias según los esfuerzos y el haber dejado en los pisos multitud de aberturas de gran tamaño, rectangular y circulares, para el paso de las transmisiones y colocación de tolvas, cosa que con otro sistema de construcción hubiera sido sumamente difícil, y teniendo en cuenta estas aberturas se han distribuido las vigas y viguetas de la manera más adecuada sin las dificultades é inconvenientes que presentan siempre la multiplicidad de embrochados. Además, los empotramientos en los apoyos son verdaderos, y aunque exteriormente parecen iguales gran número de apoyos, vigas y forjados, no ocurre así en su interior, pues las dimensiones y repartición de armaduras es sumamente heterogénea, según la diversidad de esfuerzos exteriores, que soportan cargas aisladas ó continuas, repartidas uniformemente ó no, centrales unas veces y excéntricas otras.

Alargáramos extraordinariamente esta descripción si detalláramos todos los cálculos que se han hecho y reprodujéramos los dibujos de las armaduras de todos los elementos; así es que sólo acompañamos una planta del piso primero del molino de carbón, donde puede verse la complicada forma de éstos para adaptarse exactamente al uso que se destina, un corte transversal de las fundaciones del molino de cemento, otro del silo de clinker y un corte de los silos de cemento.

Los cálculos se han hecho todos por los métodos racionales, fundados en las teorías del trabajo elástico que con tanto entusiasmo preconiza el profesor de la asignatura en nuestra Escuela,

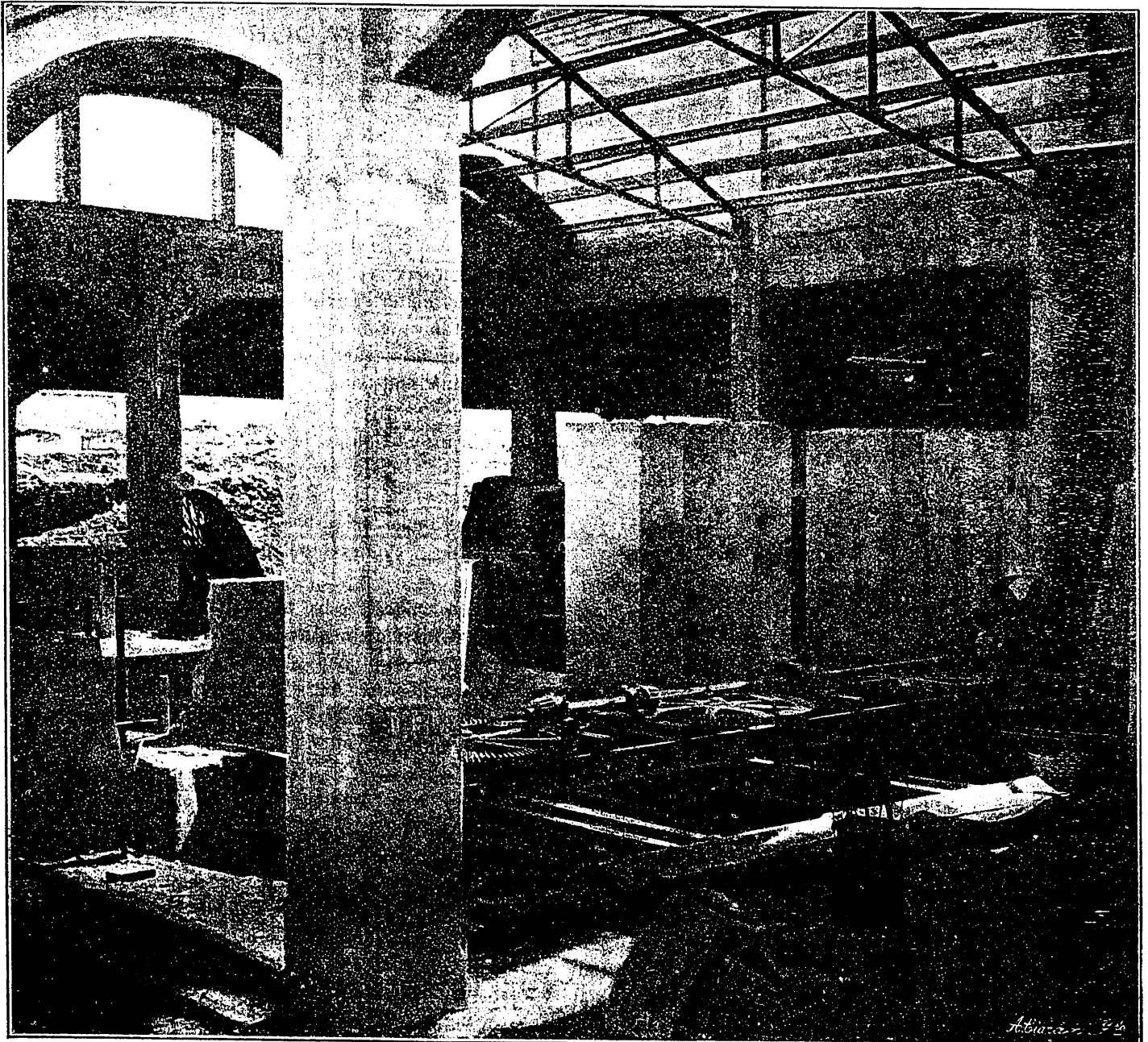
(1) Véase el número 2105.

Sr. Zafra, maestro en este género de construcciones. Como se ha dicho poco antes, sería largo reproducirlos todos, además que, por otra parte, no presentan particularidad alguna, siendo ya, como son hoy día, las obras de hormigón armado cosa corriente entre los Ingenieros. No obstante, detallaremos á continuación los correspondientes á una parte de la construcción que describimos, que presenta alguna novedad, y en donde se han aplicado con toda su pureza los métodos racionales de que antes hemos hablado. Esta es la galería de la parte superior del silo de

que calculados con algún exceso son, respectivamente, en números redondos

1.º.....	600 kilogramos por metro lineal.
2.º.....	200 — —
3.º.....	333 — —

que en el caso más desfavorable supondremos que la nieve carga solamente una de las vertientes de la cubierta, y que el viento actúe horizontalmente sobre toda la altura del mismo lado, así



DILUIDOR DE PASTA

clinker, y dentro de la cual funciona el transportador horizontal de este material y es arrojado al interior del depósito.

La sección transversal tiene la forma que se ve en los dibujos, y está constituida por una serie de pórticos á modo de cerchas, separados entre sí 1,666 y 1,668 metros, y entre ellos un forjado con ventanas en sus partes verticales. Consideremos (figura 1.ª) uno de estos pórticos reducido á sus ejes, según la fibra neutra, y el cual estará sometido á las siguientes cargas, cuyos datos son:

Peso propio.....	2.500 kg. $\times$ m ² .
Sobrecarga de nieve..	100 kg. $\times$ m ² .
Componente horizontal del viento...	200 »

es que sobre el pórtico actúan los tres esfuerzos resultantes siguientes, tal como se ve en la figura:

P.....	2.000 kilogramos (vertical).
P _h	1.500 — —
Q.....	1.165 kilogramos (horizontal).

El pórtico está empotrado en sus apoyos, por lo cual las reacciones de estos serán tres: la componente vertical, la reacción horizontal y el momento de empotramiento, y que llamaremos, respectivamente, para cada apoyo $V H m$ y $V' H' m'$, incógnitas del problema para poder después dibujar las curvas de los mo-

mentos flectores, y entre las cuales existen las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} V + V' &= P + P' = 3.500 \text{ kilogramos.} \\ H + H' &= Q = 1.165 \quad \text{»} \end{aligned}$$

y tomando momentos con relación al apoyo izquierdo, tendremos:

$$m + m' + 5V = 1.165 \times 1,75 - 1.500 \times 1,25 - 2.000 \times 3,75 = -7,336 \text{ kg. por m.}$$

Estas tres ecuaciones son las únicas que nos da la Estática, y las incógnitas son seis, porque sus valores dependen además del

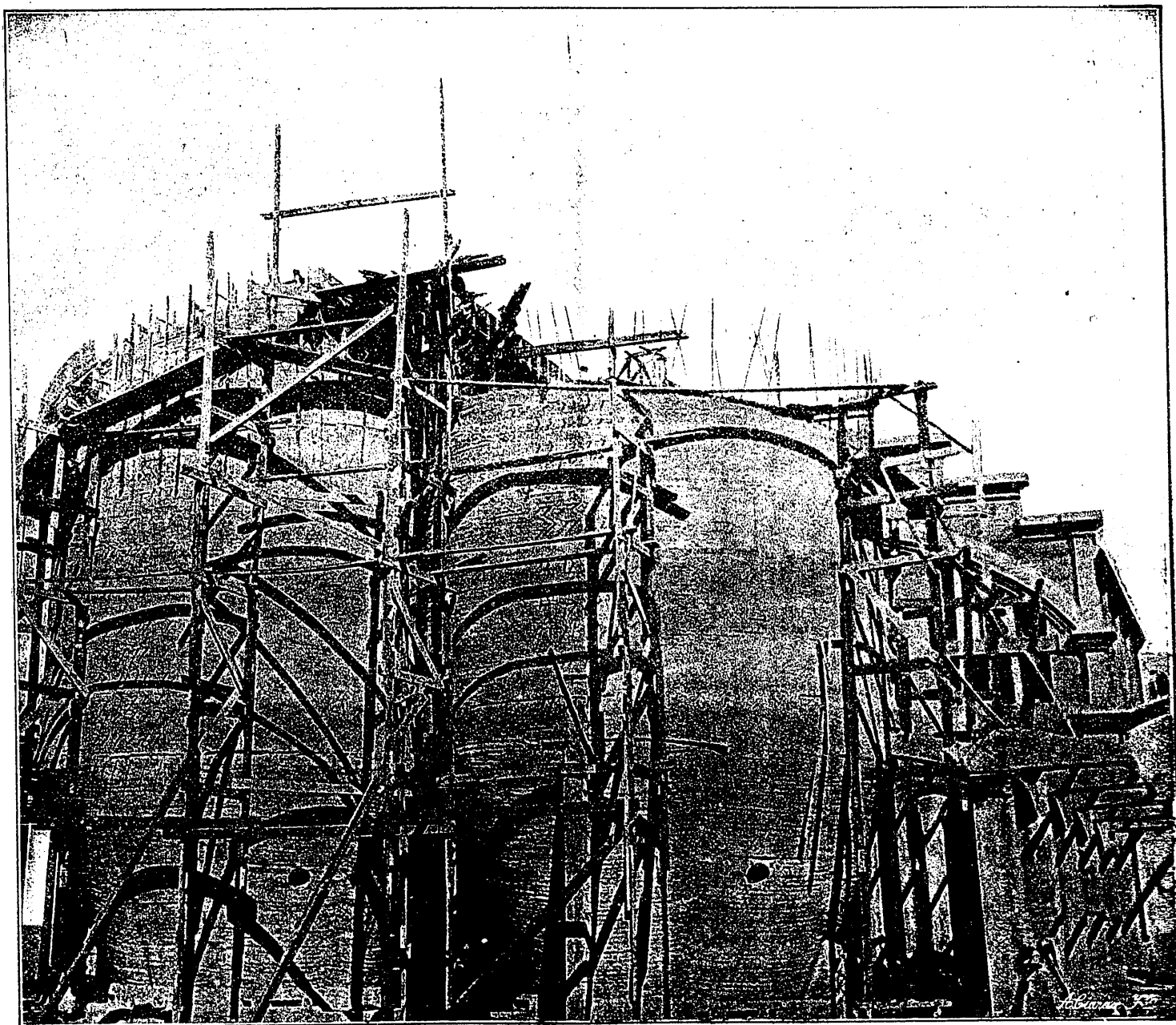
vertical V_0 , las cuales están perfectamente determinadas en las ecuaciones de la Estática.

$$\begin{aligned} V_0 + V'_0 &= 3.500 \\ H_0 &= 1.165 \\ 5V_0 &= 7.336 \end{aligned}$$

de donde deducimos

$$\begin{aligned} V_0 &= 1.467 \\ V'_0 &= 2.033 \end{aligned}$$

La resultante R de las reacciones H , V , m , H' , V' y m' del sistema hiperestático primitivo tiene que ser la misma que R_0 de



CONSTRUCCIÓN DEL PRIMER GRUPO DE DOS SILOS

trabajo elástico, el cual tenemos que tener en cuenta para deducir las otras tres ecuaciones que nos faltan. Se ha aplicado el método de Muller Breslau, tal como describe con toda generalidad el Sr. Zafra en su obra *Métodos para el cálculo de las estructuras derivadas del trabajo elástico*.

Supongamos que el sistema fuera isostático, estando el pórtico simplemente apoyado y teniendo en el lado derecho un juego de dilatación que suprima todo empuje horizontal, con lo cual las reacciones en el apoyo izquierdo serán: una vertical V'_0 y una horizontal H'_0 , y en el derecho quedará sólo una reacción

las de V_0 , V'_0 , H'_0 , correspondientes al sistema isostático, puesto que ambas tienen que equilibrar á la de las acciones exteriores P , P' y Q , pero necesitamos además para nuestro cálculo que el pórtico trabaje en las mismas condiciones, para lo cual supondremos que obran sobre él en el segundo caso, además de las fuerzas exteriores citadas, otras nuevas que produzcan el mismo efecto que las reacciones suprimidas que serán dos momentos m y m' uno sobre cada apoyo, una fuerza vertical $V' - V'_0$ y otra horizontal $H' - H'_0$ sobre el apoyo izquierdo, y una vertical $V - V_0$ y una horizontal H sobre el apoyo derecho y

que llamaremos, para abreviar y conservar la notación del Sr. Zafra:

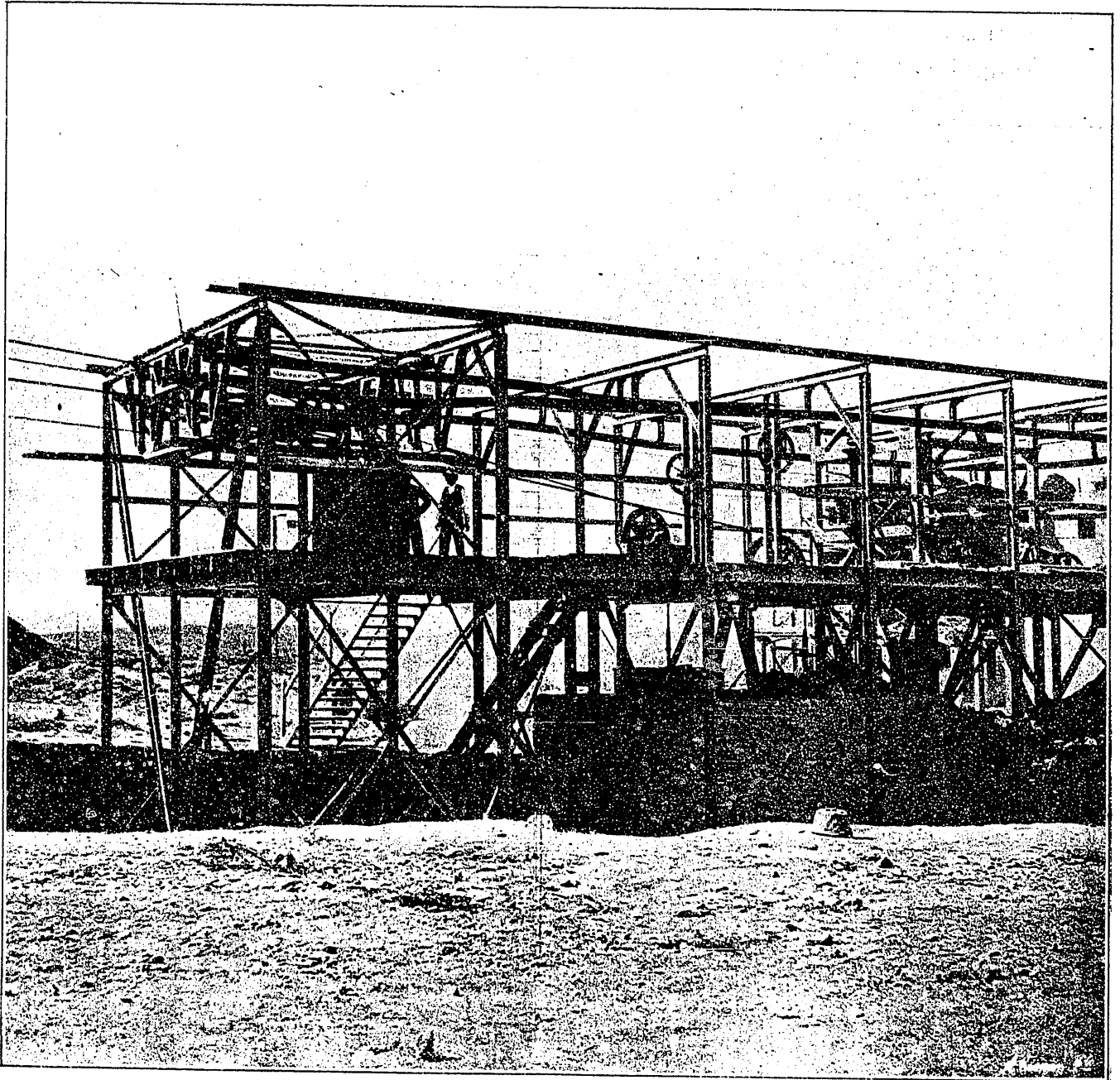
$$\begin{aligned} X' &= H' - H'_0 \\ Y' &= V' - V'_0 \\ X &= H \\ Y &= V - V_0 \end{aligned}$$

La resultante de este sistema de fuerzas es nula, puesto que

ladaremos las reacciones del apoyo izquierdo que quedarán transformadas en las mismas componentes X é Y y un momento Z que tendrá por valor

$$Z = 2,2 X + 2,5 Y + m.$$

Consideremos un punto cualquiera A del pórtico de coordenadas x é y y llamemos M y M_0 , respectivamente, á los momen-



ESTACIÓN DE DESBARGA DE LA PIEDRA CALIZA

sus componentes son las diferencias de los dos sistemas equivalentes R y R_0 y, por tanto, tendremos:

$$\begin{aligned} X &= X' \\ Y &= Y' \end{aligned}$$

En resumen, nuestro sistema primitivo que era hiperestático ha sido transformado sin variar sus condiciones elásticas en otro isostático, sometido á la acción de las fuerzas conocidas P , P' y Q y las desconocidas X , Y , que actúan simétricamente sobre cada apoyo, además de los momentos m y m' .

Tomando como ejes coordenados la horizontal y vertical que pasan por el centro de gravedad del sistema, á cuyo punto tras-

tos flectores en este punto en los sistemas hiperestático é isostático entre los cuales se verifica

$$M = M_0 + Xy + Yx - Z.$$

La expresión del trabajo elástico debido solamente al momento flector, sabemos que tiene por valor

$$I = \int_0^s \frac{M^2}{2EI} ds$$

tomamos como origen de s (longitud de la fibra neutra) el apoyo izquierdo y siendo s la longitud total.

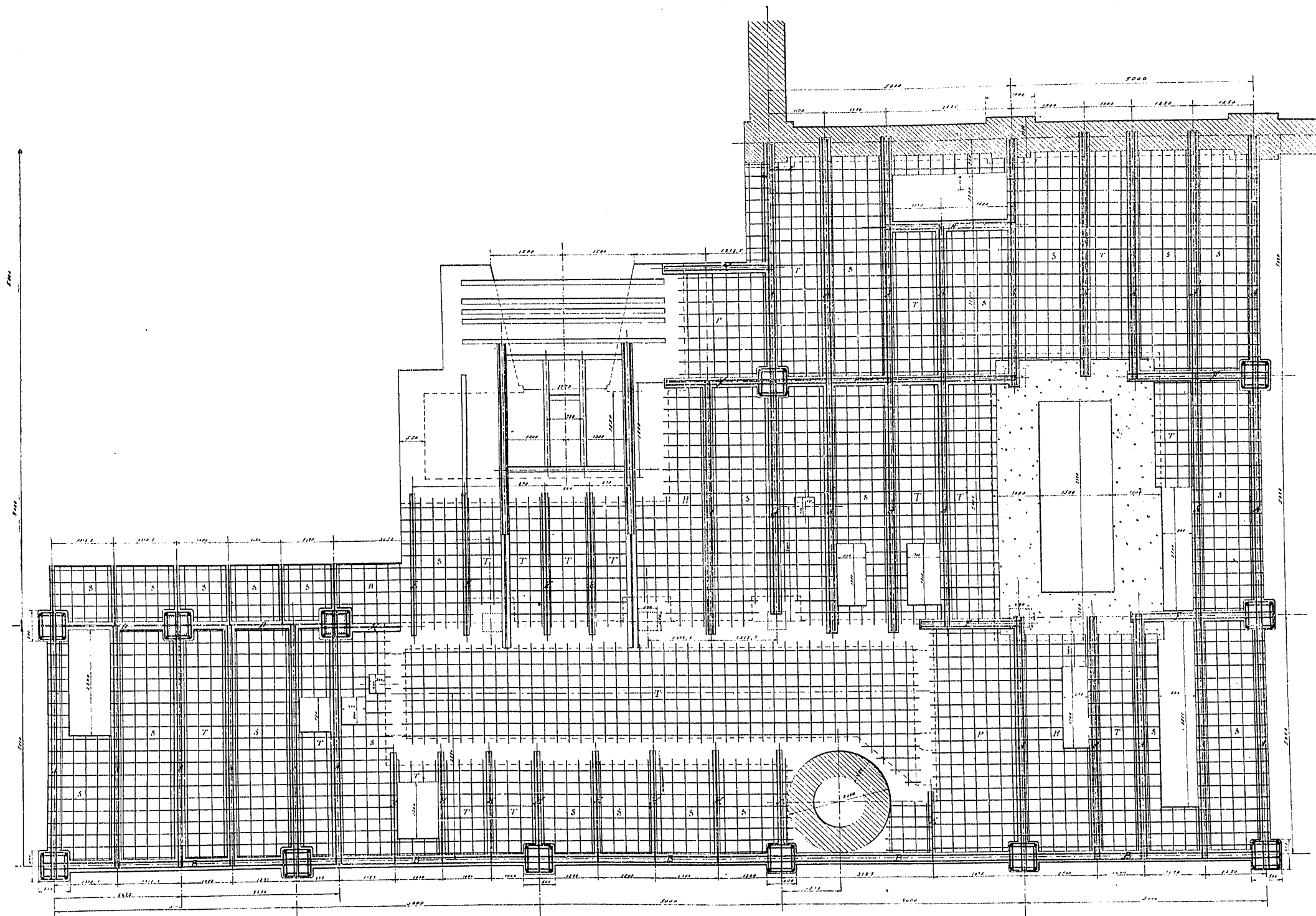


Lámina 5.^a —SOCIEDAD ANÓNIMA «PORTLAND IBERIA». —Armaduras del piso primero del molino de carbón.

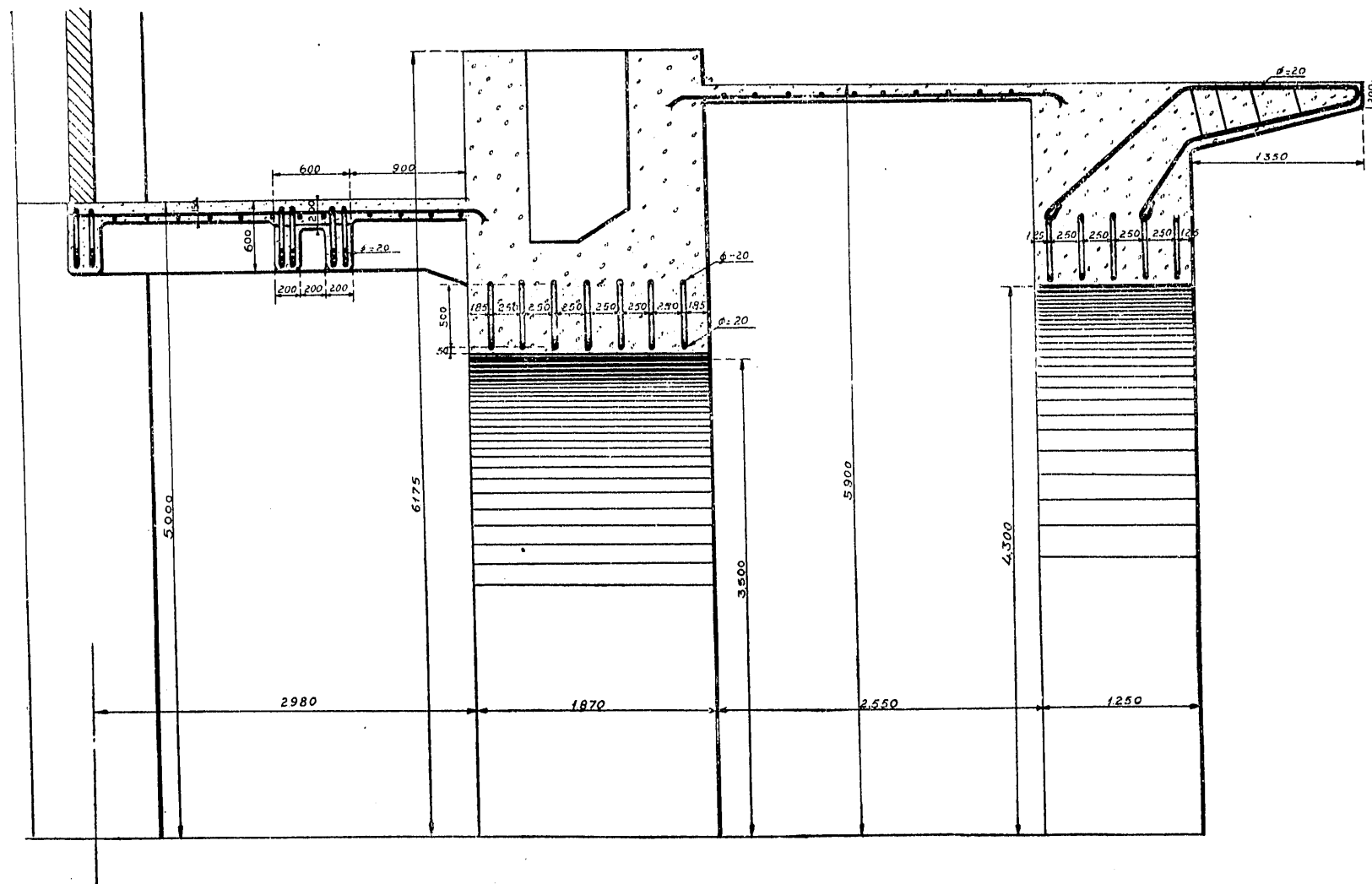


Lámina 6.^a—SOCIEDAD «PORTLAND IBERIA» —Plataforma del kominor del molino de cemento.

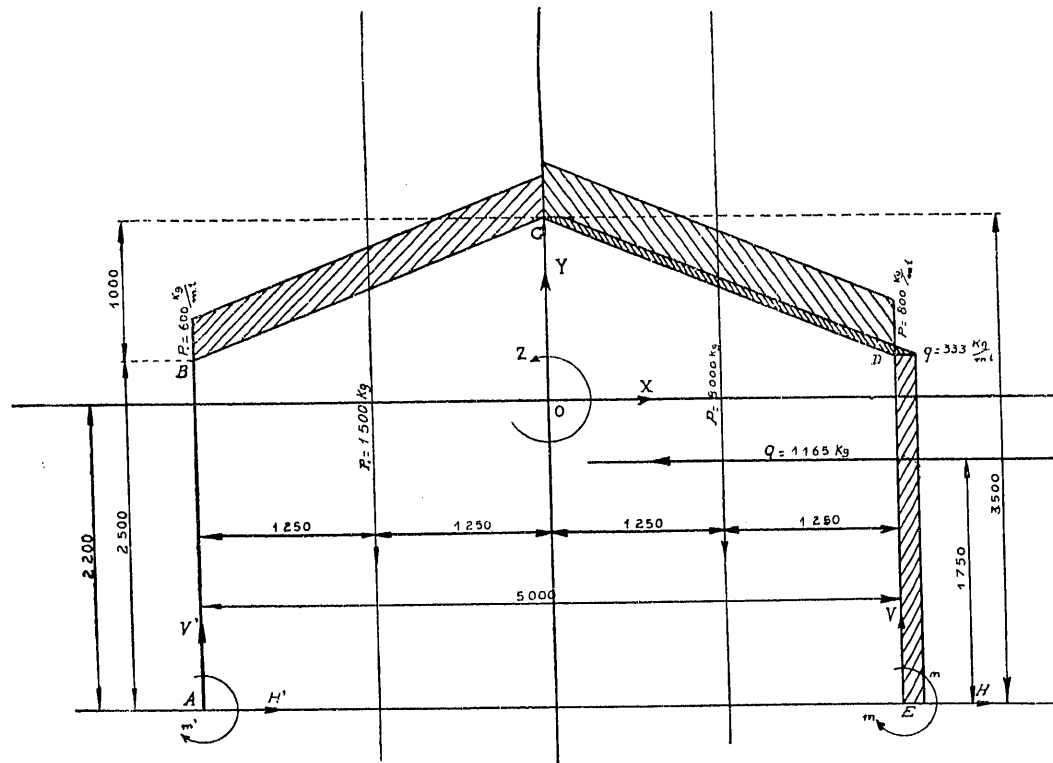


Fig. 1.ª

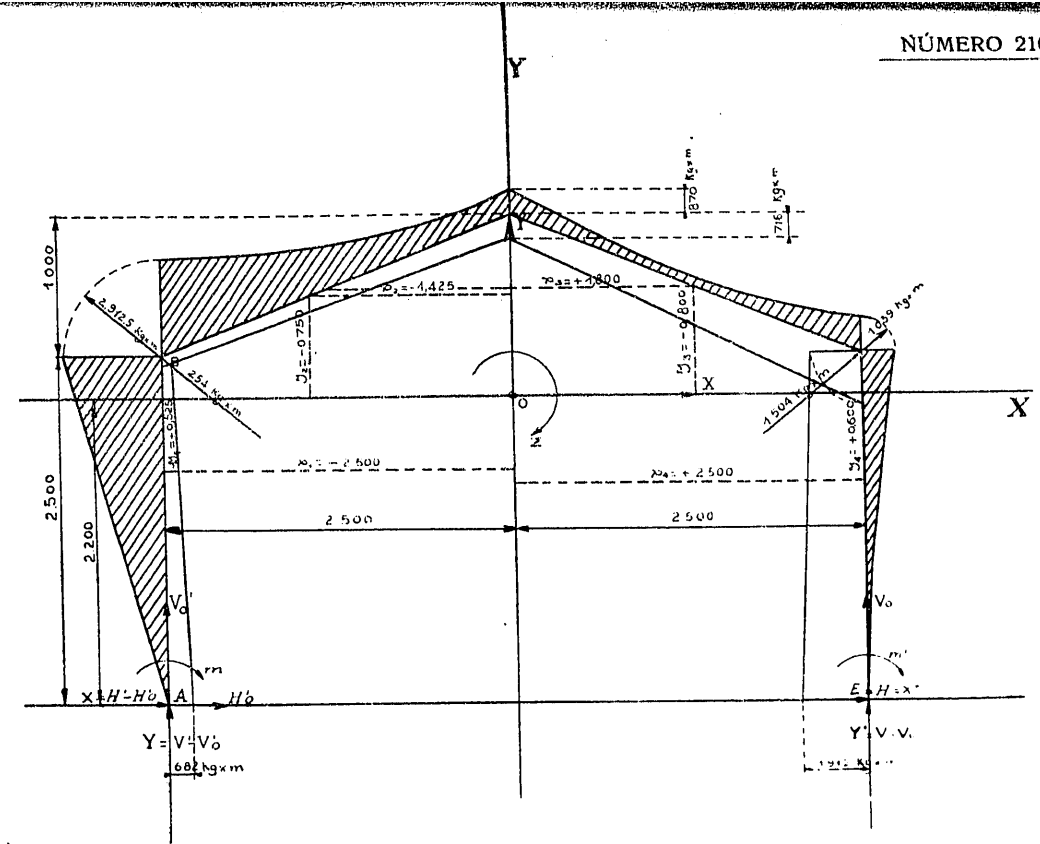


Fig. 2.ª

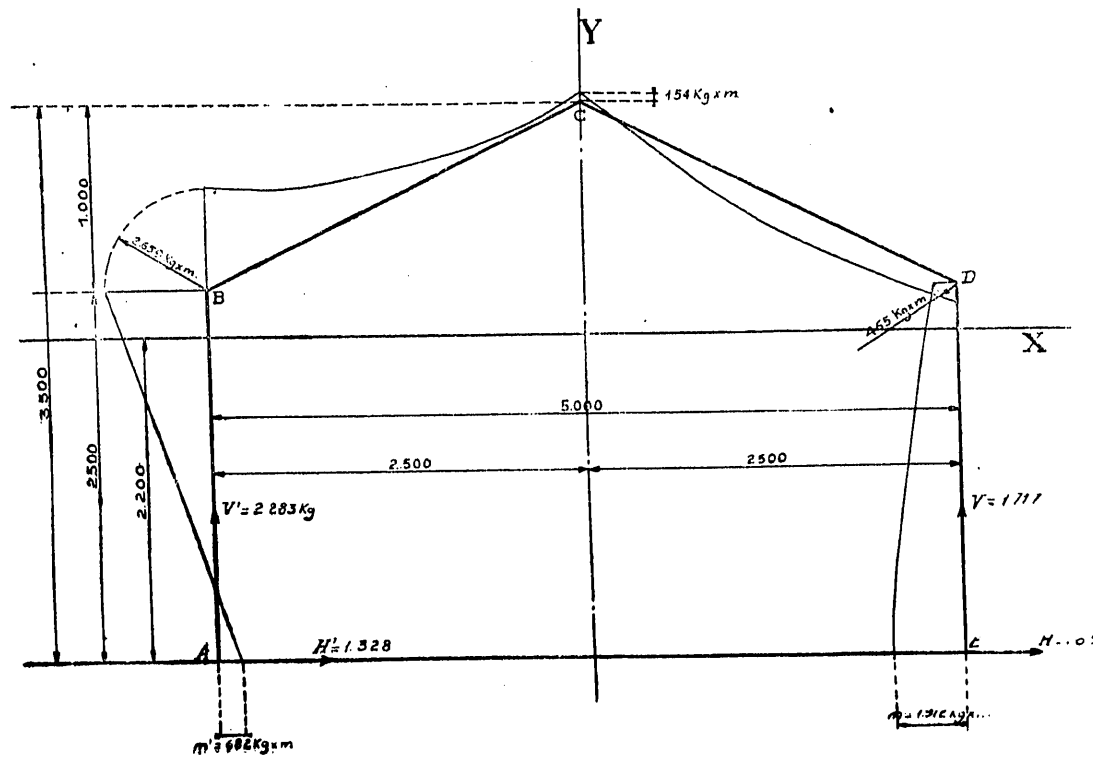


Fig. 3.ª

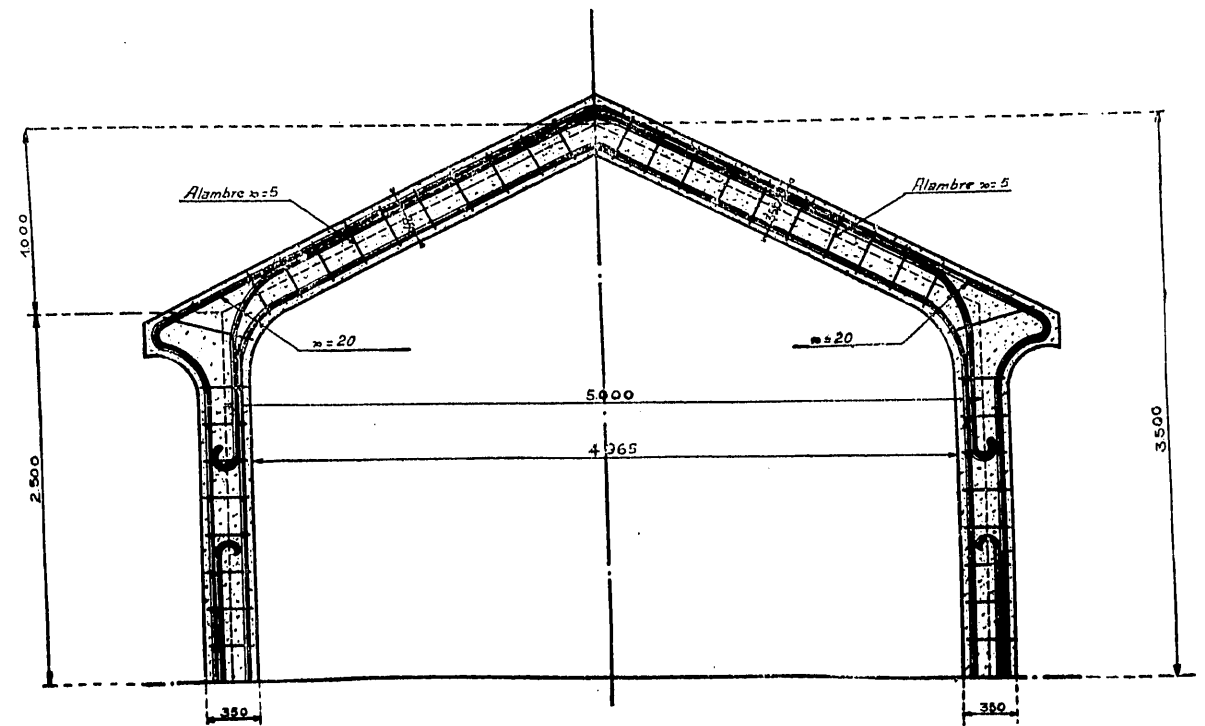


Fig. 4.

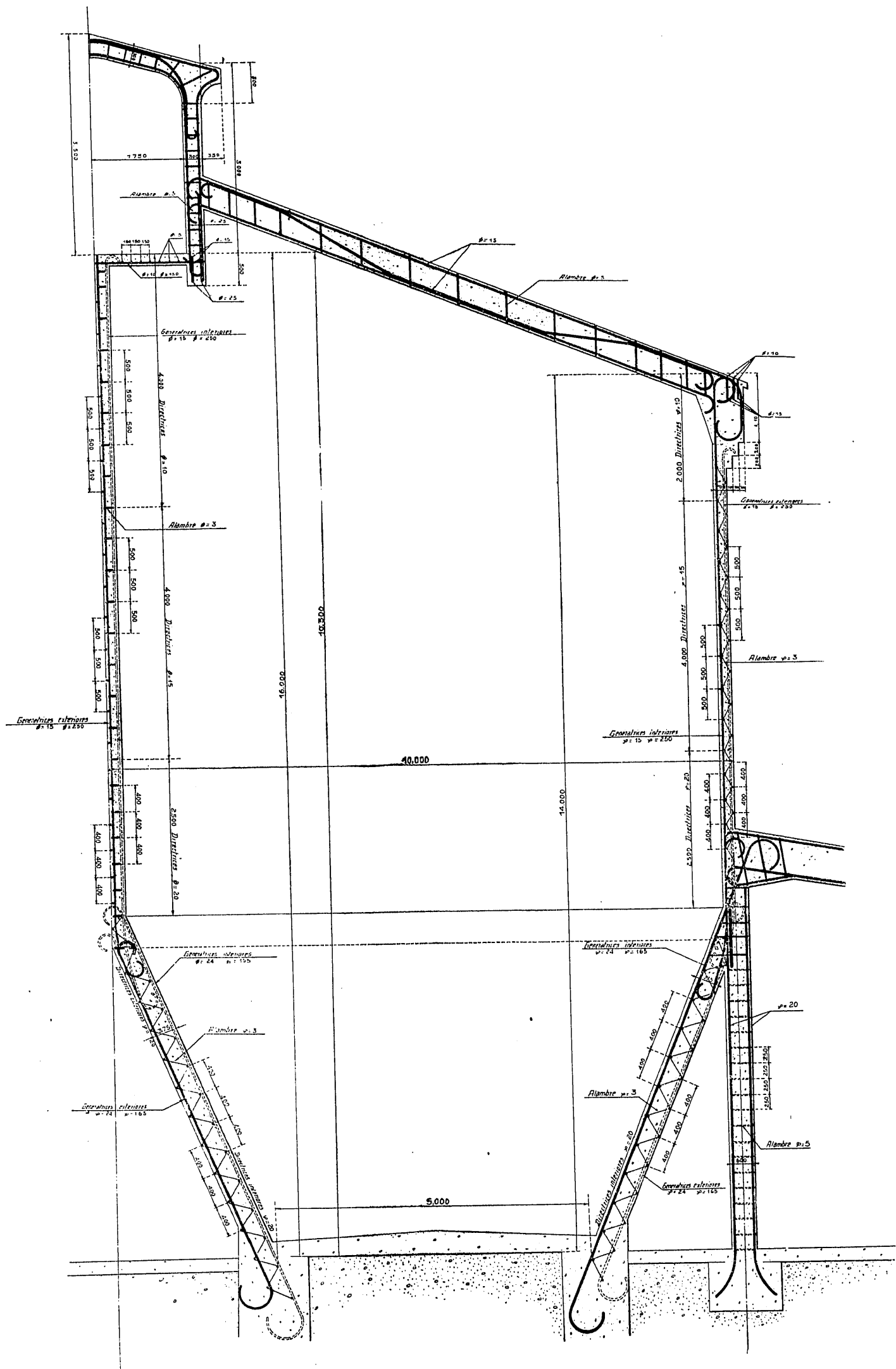


Lámina 8.^a—SOCIEDAD «PORTLAND IBERIA»—Silos de cemento. Corte transversal.

Aplicando el teorema de Castigliano para cada una de las reacciones X Y Z , tendremos:

$$\frac{dT}{dX} = \int_0^s \frac{M}{EI} \times \frac{dM}{dX} ds = 0$$

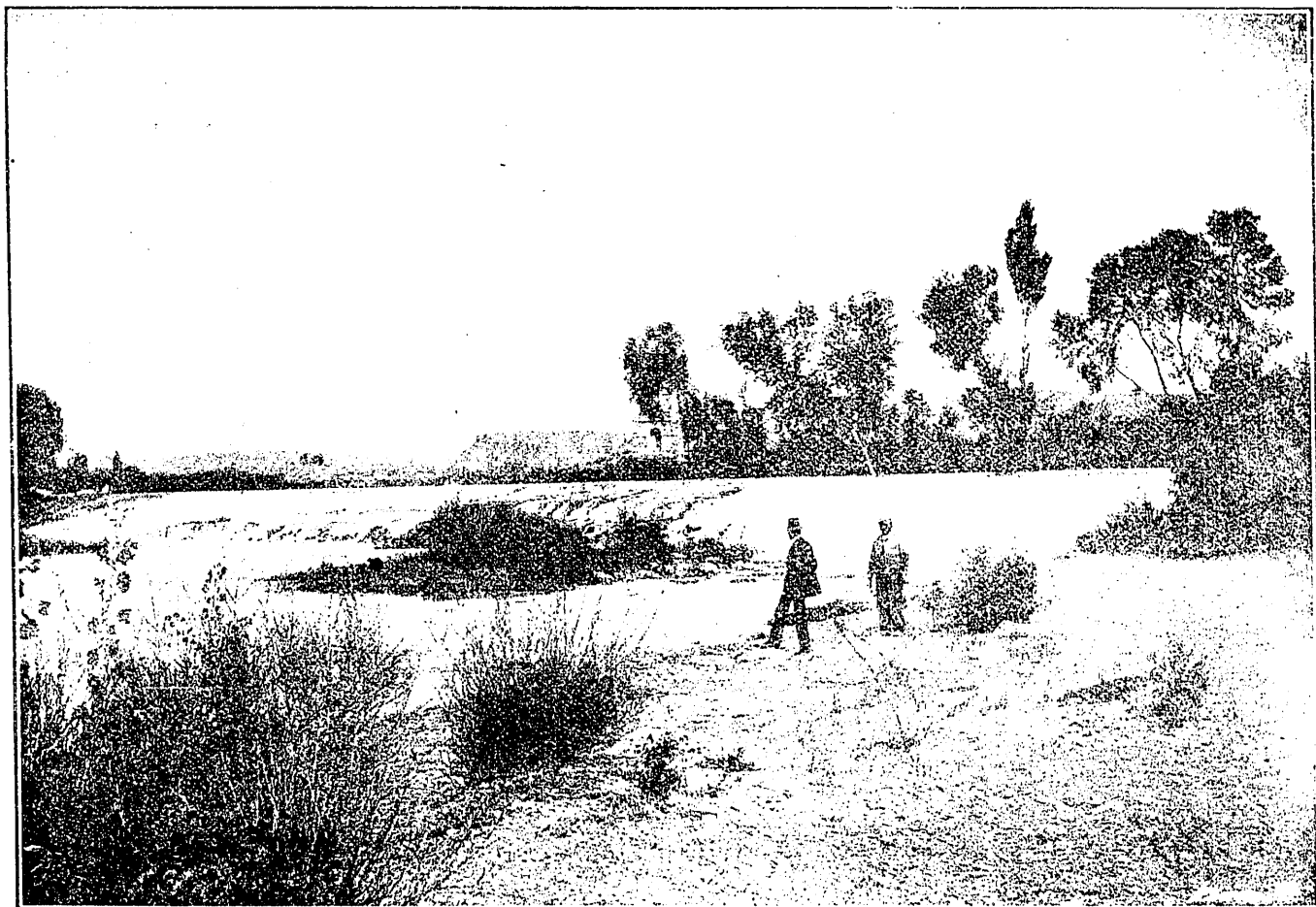
$$\frac{dT}{dY} = \int_0^s \frac{M}{EI} \times \frac{dM}{dY} ds = 0$$

$$\frac{dT}{dZ} = \int_0^s \frac{M}{EI} \times \frac{dM}{dZ} ds = 0$$

teniendo en cuenta que los términos tachados son nulos deducimos

$$X = \frac{\int_0^s M_0 y ds}{\int_0^s y^2 ds} \quad Y = \frac{\int_0^s M_0 x ds}{\int_0^s x^2 ds} \quad Z = \frac{\int_0^s M_0 ds}{\int_0^s ds}$$

En la figura 2.^a hemos dibujado las curvas M_0 , cuyas ecuaciones son, respectivamente, para cada línea del pórtico, tomando



APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO—PRENSA EN EL RÍO TAJO

de la expresión de M deducimos

$$\frac{dM}{dX} = y$$

$$\frac{dM}{dY} = x$$

$$\frac{dM}{dZ} = l$$

y sustituyendo estos valores en las ecuaciones anteriores y teniendo en cuenta que en nuestro caso E é I son constantes, tendremos:

$$\int_0^s M y ds = \int_0^s M_0 y ds + \int_0^s X y^2 ds + \int_0^s Y x y ds + \int_0^s Z y ds = 0$$

$$\int_0^s M x ds = \int_0^s M_0 x ds + \int_0^s X x y ds + \int_0^s Y x^2 ds + \int_0^s Z x ds = 0$$

$$\int_0^s M ds = \int_0^s M_0 ds + \int_0^s X y ds + \int_0^s Y x ds + \int_0^s Z ds = 0$$

como origen de coordenadas el extremo de esta línea, las siguientes:

$$AB \dots M_0 = -H'_0 y$$

$$BC \dots M_0 = -2,5 H'_0 - H'_0 y + V'_0 x - \frac{1}{2} p_1 x^2$$

$$CD \dots M_0 = -3,5 H'_0 + H'_0 y + V'_0 (2,5 + x) - P_1 (1,25 + x) - \frac{1}{2} p x^2 - \frac{1}{2} q y^2$$

$$DE \dots M_0 = -H'_0 (2,5 - y) + 5 V'_0 - 3,75 P_1 - 1,25 P - \frac{1}{2} q y^2 - q (0,5 + y)$$

sustituyendo valores teniendo en cuenta que en los trozos BC y CD y vale $\frac{x}{2,5}$ y simplificando, tenemos:

$$AB \dots M_0 = -1.165 y$$

$$BC \dots M_0 = -2.912,5 + 1.567 x - 300 x^2$$

$$CD \dots M_0 = -870 + 999 x - 426,5 x^2$$

$$DE \dots M_0 = -1.039 + 832 y - 166,5 y^2$$

Ahora bien, el numerador de Z es la expresión del área comprendida entre las curvas M y la fibra neutra del pórtico que se

han evaluado, teniendo en cuenta el significado y las escalas de las dos dimensiones de estas áreas y que son:

$$\begin{aligned} AB \dots \Omega_1 &= 3.641 \text{ kg.} \times \text{m}^2 \\ BC \dots \Omega_2 &= 3.777 \text{ } \gg \\ CD \dots \Omega_3 &= 1.436 \text{ } \gg \\ DE \dots \Omega_4 &= 799 \text{ } \gg \end{aligned}$$

$$\int_0^s M_0 ds = \Omega_1 + \Omega_2 + \Omega_3 + \Omega_4 = 9.653 \text{ kg.} \times \text{m}^2$$

Los numeradores de X é Y representan los productos de las áreas Ω por las coordenadas de la proyección de sus centros de gravedad sobre las fibras neutras ó sea

$$\int_0^s M_0 y ds = \Omega_1 y_1 + \Omega_2 y_2 + \Omega_3 y_3 + \Omega_4 y_4 = 1.793 \text{ kg.} \times \text{m}^3$$

$$\int_0^s M_0 x ds = \Omega_1 x_1 + \Omega_2 x_2 + \Omega_3 x_3 + \Omega_4 x_4 = 10.620 \text{ } \gg$$

Análogamente los denominadores de X é Y representan los

Como ya tenemos dibujada con anterioridad la curva M_0 no tenemos más que trazar las rectas representativas del resto de la expresión

$$M_1 = 163 y + 250 x + 928$$

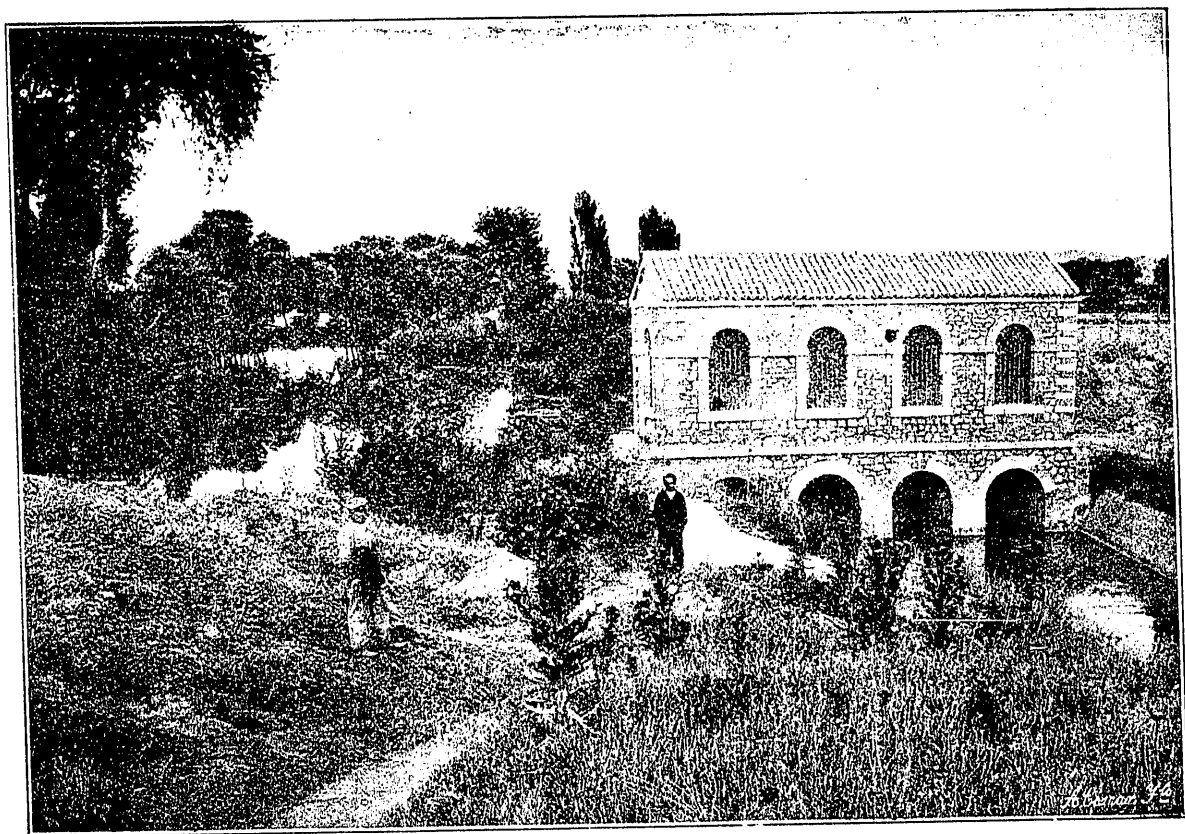
y la suma algebraica de las ordenadas de ambas líneas M y M_0 nos da la curva M de los momentos flectores definitivos (fig. 3.^a) de la cual deducimos los máximos positivo y negativo siguientes:

$$\begin{aligned} &+ 2.659 \text{ kg.} \times \text{m.} \\ &- 1.912 \text{ } \gg \end{aligned}$$

que corresponden, respectivamente, á los puntos D y B del pórtico.

Además se ha tenido en cuenta el efecto producido por las compresiones que se originan en la dirección de cada uno de los lados del pórtico multiplicando estos momentos flectores máximos por el número

$$\frac{\text{tang } \omega}{\omega}$$



APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO—CASA DE COMPUERTAS

momentos de inercia de la fibra neutra con relación á los ejes ox y oy y que valen respectivamente

$$\int_0^s y^2 ds = I_x = 10,950 \text{ m}^4 \quad \int_0^s x^2 ds = I_y = 42,5 \text{ m}^4$$

y el denominador de Z en la longitud total de dicha fibra neutra.

$$\int_0^s ds = S = 10,40 \text{ m.}$$

y sustituyendo valores tendremos:

$$X = 163 \text{ kg.} \quad Y = 250 \text{ kg.} \quad Z = 928 \text{ kg.} \times \text{m.}$$

y la expresión en los momentos totales de cada punto de pórtico será:

$$M = M_0 + 163 y + 250 x + 928$$

en el que ω vale

$$\omega = l \sqrt{\frac{P}{EI}}$$

siendo respectivamente

l = longitud del lado mayor.

P = compresión máxima $V = V_0 + Y = 2.283 \text{ kg.}$

E = coeficiente de elasticidad $150.000 \text{ kg.} \times \text{cm}^2$

I = momento de inercia de la sección.

$$I = \frac{l}{12} 20 \times 35^3 + 4 \times 15 \times 3,14 \times 12,5^3 = 98.555 \text{ cm}^4.$$

y por tanto

$$\omega = 0,14 = 8^\circ 1'$$

$$\text{tang } \omega = 0,141$$

$$\frac{\text{tang } \omega}{\omega} = 1,007$$

y los momentos anteriores se convierten en

$$\begin{aligned} \text{Máximo positivo} &= +2.678 \text{ kg.} \times \text{m.} \\ \text{Idem negativo} &= -1.205 \text{ »} \end{aligned}$$

Se adoptó la sección rectangular de 35 centímetros de altura por 20 de grueso con las ordenadas interiores, distribuidas en la forma que se ve en la figura; de manera que en los puntos á los que corresponden los máximos anteriores y sus simétricos existe una doble armadura simétrica formada cada una por dos barras de 20 milímetros de diámetro, que dan una cuantía de 0,01. La

en la que

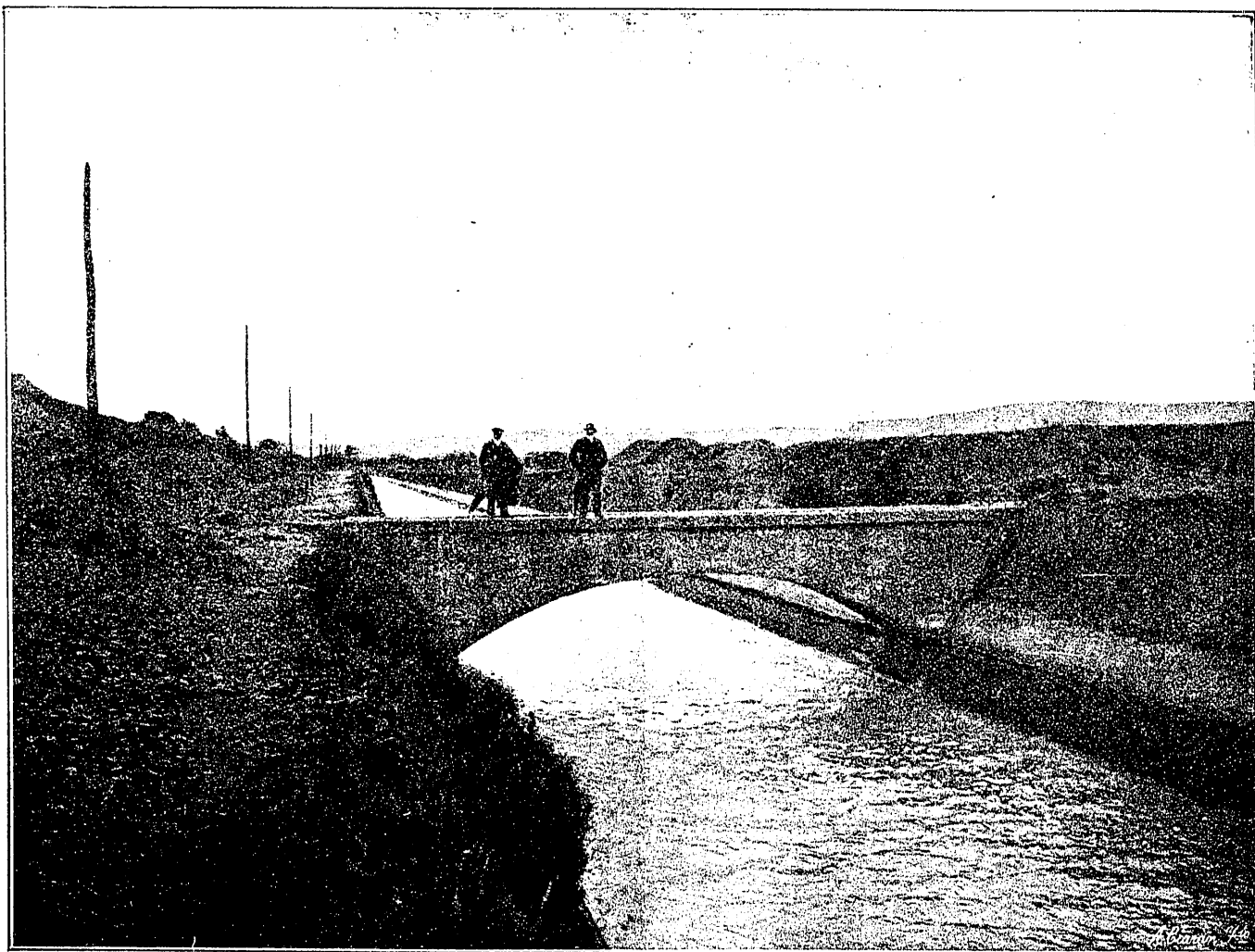
$$\begin{aligned} p &= \text{empuje en kg.} \times \text{m}^2. \\ h &= \text{altura.} \\ \gamma &= \text{peso del cemento } 1.400 \text{ kg.} \times \text{m}^3. \\ \varphi &= 40^\circ \end{aligned}$$

y sustituyendo tenemos

$$p = 305 h$$

y el empuje total

$$Q = 152,5 h^2.$$



PUENTE SOBRE EL CANAL DE CONDUCCIÓN

posición de la fibra neutra la determinamos por medio de la fórmula siguiente (Zafra, pág. 128):

$$n = -2rq + \sqrt{4r^2q^2 + 2rq(1+n'')} = 0,36$$

y en seguida deducimos los trabajos de compresión del hormigón y de tensión del hierro siguientes:

$$\begin{aligned} H' &= 45 \text{ kg.} \times \text{cm}^2. \\ A &= 675 \text{ »} \end{aligned}$$

Las galerías inclinada y horizontal de la parte superior de los silos de cemento se han calculado y construido por procedimientos idénticos, y en cuanto á estos silos, se ha dado á las paredes, en su parte cilíndrica, un espesor constante de 20 centímetros, variando la armadura según la altura. El empuje del cemento se ha determinado, suponiendo el material completamente fluido y sin rozamiento ni adherencia con las paredes, por medio de la fórmula

$$p = \gamma h \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

La tensión tangencial que este empuje produce sobre una sección recta viene dada por la fórmula

$$T = Q \rho$$

siendo ρ el radio (Zafra, *Los métodos de cálculo de estructuras*), y tenemos

$$T = 762,5 h^2.$$

Dando á h diversos valores, á contar desde el punto más alto, se han calculado para cada uno de estos valores la tensión T , correspondiente al trabajo de tensión del hormigón

$$H = \frac{T}{s(1+150q)}$$

siendo s la sección del hormigón y q la cuantía, y el trabajo de tensión de las armaduras en el sentido de las directrices.

$$A = 150 H$$

De esta manera tenemos los siguientes valores para la parte cilíndrica:

	Kg.		Kg./cm. ²	Kg./cm.
$h = 2 \text{ m.}$	$T = 3.050$	8 barras $\Phi 10 \text{ mm.}$	$H = 0,62$	$A = 93$
$h = 4 \text{ m.}$	$T = 12.200$	8 » $\Phi 15$ »	$H = 2,00$	$A = 300$
$h = 6 \text{ m.}$	$T = 27.450$	8 » $\Phi 15$ »	$H = 4,50$	$A = 675$
$h = 8,5 \text{ m.}$	$T = 55.100$	12 » $\Phi 20$ »	$H = 4,95$	$A = 742$

Como se ve, se ha prescindido en absoluto del rozamiento del cemento con las paredes, el cual aminora el empuje, y más en nuestro caso, en que dichas paredes se conservan rugosas sin enlucido ninguno, pero en la parte cónica se ha tenido en cuenta esta influencia, que ya es de consideración por ser mayor la superficie rozante por ser el rozamiento no del cemento con las paredes sino con el mismo, y por último, por ir disminuyendo la relación entre la circunferencia de la sección recta y el área de ésta. Se ha seguido el método de Konen (Morchs, pág. 324), empezando por determinar los valores de las presiones por metros cuadrados para que los radios $p = 4,325$, $p = 3,412$, que corres-

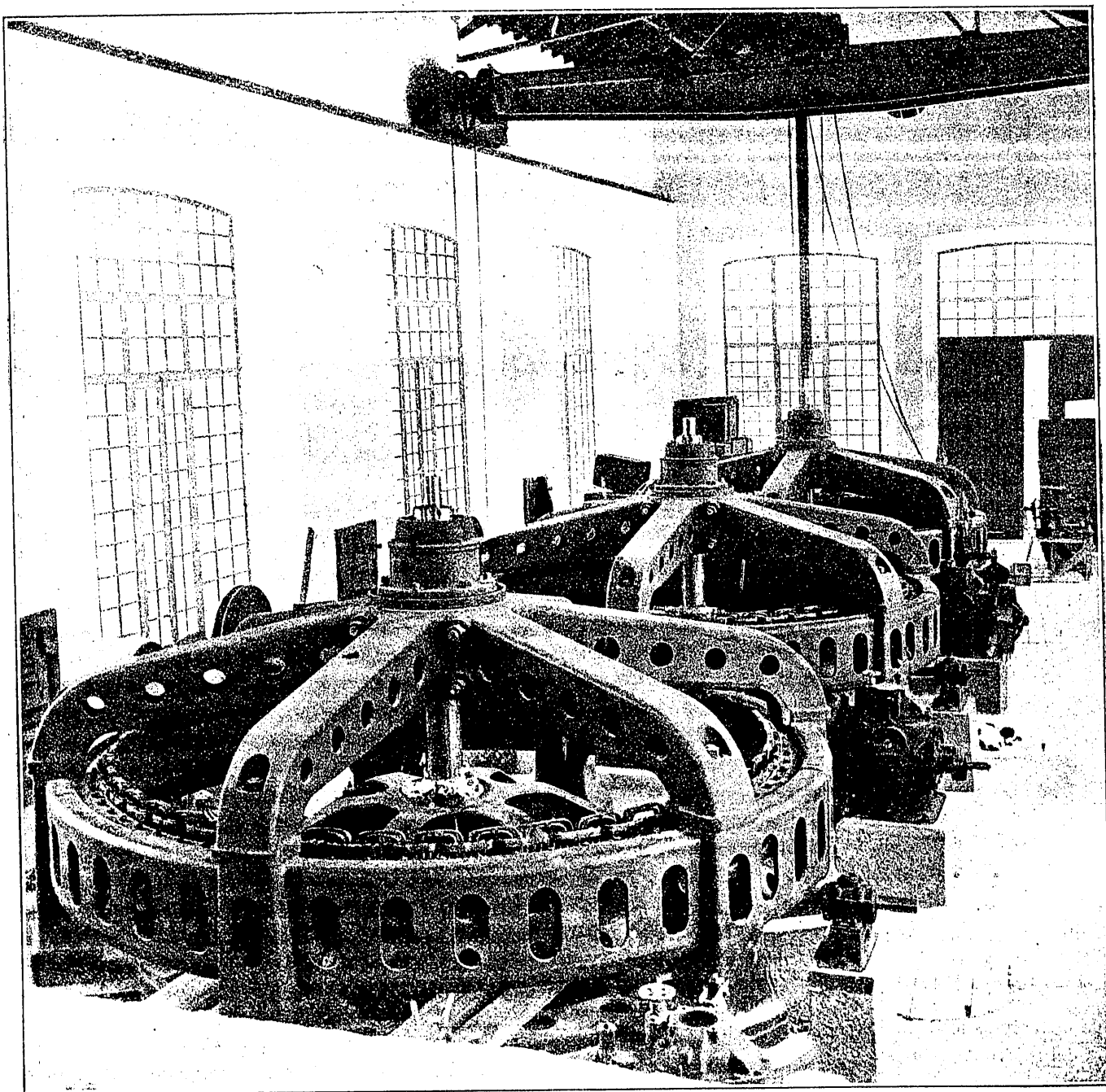
U_3 y Ω son, respectivamente, la circunferencia y el área de la sección recta y ϕ_1 el ángulo de rozamiento que, en nuestro caso, por ser las paredes del mismo cemento, vale $\phi = \phi_1 = 40^\circ$; sustituyendo valores tenemos:

$$\begin{aligned} h = 12 & \quad p \text{ máx} = 3.600 \text{ kg.} \times \text{cm.}^2 \\ h = 14 & \quad p \text{ máx} = 2.800 \text{ } \end{aligned}$$

y las tensiones totales correspondientes

$$\begin{aligned} T &= (152,5 \times 8,5^2 + 3,5 \times 3.600) 4,325 = 70.289 \text{ kg.} \\ T' &= (152,5 \times 8,5^2 + 5,5 \times 2.800) 3,412 = 65.162 \text{ } \end{aligned}$$

Con estos datos seguimos á continuación el cuadro de valores



INTERIOR DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

ponden, respectivamente, á $h = 12$ y $h = 14$, producirían el cemento sobre las paredes de un cilindro de altura ilimitada y de radios iguales á los anteriores, de manera que el rozamiento de las paredes equilibra el peso del cemento (1) y que viene dada por la fórmula:

$$p \text{ máx} = \frac{\gamma}{\frac{U}{\Omega} \tan \phi_1}$$

(1) Teóricamente nunca se llega á este valor con el cual es asintótica la curva que nos fuera dando las presiones, por lo cual, al tenerlo en cuenta, nos colocamos en posición favorable.

de los trabajos del hormigón y del hierro, advirtiéndose que hasta el valor $h = 10$ se han hecho los cálculos como en la parte cilíndrica.

	Kg.		Kg./cm. ²		Kg./cm. ²
$h = 10 \text{ m.}$	$T = 76.250$	$\left\{ \begin{array}{l} 8 \text{ barras } \Phi 20 \\ 2 \text{ } \gg \text{ } \Phi 30 \end{array} \right\}$	$H = 8,27$	$A =$	1.240
$h = 12 \text{ m.}$	$T = 70.289$	$\left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ } \gg \text{ } \Phi 20 \\ 12 \text{ } \gg \text{ } \Phi 20 \end{array} \right\}$	$H = 5,08$	$A =$	761
$h = 14 \text{ m.}$	$T = 65.162$	$\left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ } \gg \text{ } \Phi 20 \end{array} \right\}$	$H = 4,83$	$A =$	724

(Concluirá.)