

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente... Excmo. é Ilmo. Sr. D. Leonardo de Tejada, Inspector general del Cuerpo
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Antonio Sonier, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

LA INDUSTRIA Y LAS OBRAS PÚBLICAS

EL METAL DÉPLOYÉ EN ESPAÑA

Como extracto de los varios artículos publicados en las revistas extranjeras *La Revue Technique*, *The Engineering* y otras, así como de los folletos repartidos por las Compañías que se ocupan hoy en la fabricación y venta de tan importante producto industrial y con los datos que nos suministra D. Eduardo Argenti, agente general en España de la «Compagnie Française du Métal Déployé», vamos á dar á conocer á nuestros lectores, que no lo conozcan ya, lo suficiente, por ahora, para que formen juicio de este interesante elemento nuevo de construcción.

Descripción.—El metal *déployé*, tal cual se fabrica por las máquinas privilegiadas de Mr. John French Golding (fig. 1.^a), consiste en una chapa de acero dulce, de latón ú otro metal homogéneo, cortado por series de aberturas paralelas, determi-

da. Este resultado se obtiene sin pérdida alguna de la primera materia y sin reducir nada el ancho de la chapa sometida á la operación.

El procedimiento y las máquinas que se aplican á la fabricación del nuevo producto que nos ocupa, son de la invención de Mr. J. F. Golding, de Chicago, inventor también del antiguo sistema de fabricación de enrejados metálicos, en el cual una chapa de acero se cortaba desde luego en tiras paralelas, las cuales se plegaban subsiguientemente en los puntos de unión, para formar las mallas sucesivas.

El procedimiento primitivo de Mr. Golding, así como otros semejantes, sólo podía aplicarse á chapas de acero muy delgadas y producían los enrejados con reducción de la anchura de la chapa; teniendo, en consecuencia, muy limitada aplicación, principalmente como latas para recibir la capa de mortero, en la construcción de los cielos rasos y tabiques. Además, como las fibras del metal no se estiraban por ese medio de fabricación, los enrejados carecían de la rigidez característica del metal *déployé*.

Las máquinas Golding son de potencia bastante para cortar chapas de acero de espesores variables, entre 6/10 y 10 mm., estirándolas hasta constituir enrejados metálicos, en mallas de 10 á 150 mm. de ancho y forma de rombo. La superficie de la chapa primitiva aumenta de dos á doce veces, según la amplitud de la malla, y la rigidez y resistencia del metal aumentan también considerablemente.

Fabricación.—Mr. Golding expuso, no hace mucho, en el Congreso de la Asociación Británica de Liverpool, los progresos realizados en su industria, y tomamos de nuestro colega *The Engineering* interesantes datos sobre este asunto.

La vista de conjunto de la máquina (fig. 1.^a) da una idea muy satisfactoria. Mas para comprender el detalle del mecanismo es preciso examinar las figs. 2.^a á 5.^a. En estos últimos dibujos el árbol principal, que está indicado por la letra A, lleva dos es-céntricos, uno de los cuales está representado en B. Estos es-céntricos rigen el movimiento del útil, cuya parte inferior está constituida por un cuchillo dentado D. La lámina E inferior, que viene á completar con el útil D una tijera, forma cuerpo con la mesa ó batiente F. En la figura 2.^a se ve la chapa metálica G

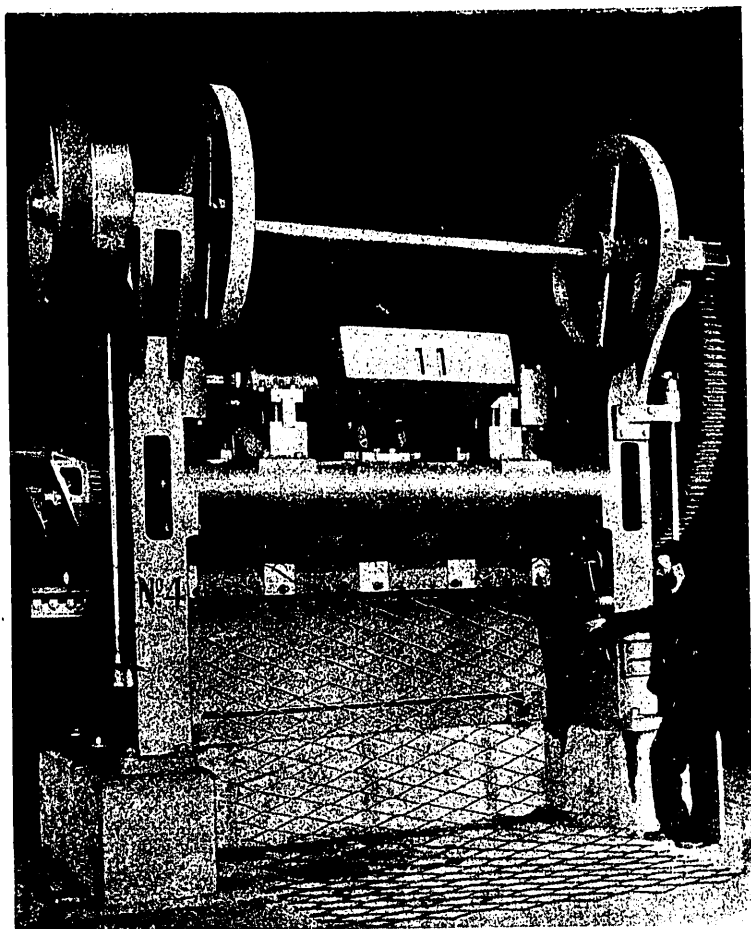


Fig. 1.^a

nando tiras más ó menos anchas, que al propio tiempo son estiradas, constituyen lo mallas en forma de rombos. De la formación sucesiva de las mallas, resulta un enrejado uniforme, en el cual los puntos de unión ó nudos, tienen doble ancho que las tiras que le constituyen; resultando la hoja estirada con una rigidez mayor que la que tenía la chapa misma, antes de ser estira-

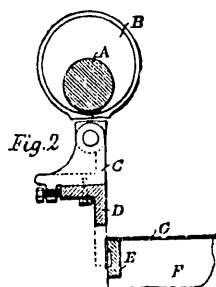


Fig. 2.

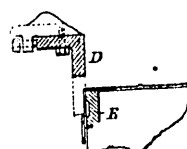


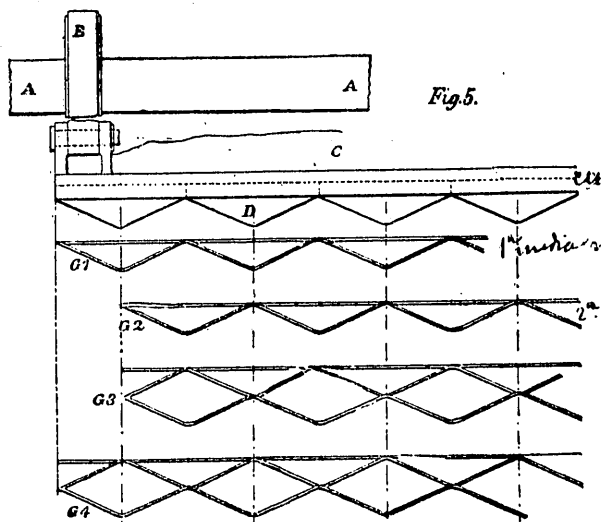
Fig. 3.^a



Fig. 4.

que ha de producir el enrejado ó metal *déployé* descansando sobre el batiente.

Pasemos á explicar cómo funciona la máquina: se da á la chapa *G* un movimiento de avance equivalente al ancho de la tira que ha de constituir la malla que se quiere obtener; en tal posición, la chapa se sujeta por medio de una pieza recta horizontal que desciende pisándola en toda su longitud. El cuchillo *D* desciende después, y con un solo golpe corta y estira las antedichas tiras de metal, según manifiesta la línea *G'* (fig. 5.^a) Sobre esta figura



terminaremos la explicación del trabajo que hace la máquina: el cuchillo *D* se eleva á toda la altura que le permite su carrera. Se imprime entonces á la chapa metálica un movimiento de traslación, de amplitud igual á la mitad de la longitud de la malla, y al propio tiempo se la hace avanzar como al principio de la operación el espacio igual al ancho que han de tener las tiras: posición *G'*; se sujeta nuevamente la chapa, y el cuchillo vuelve á descender, verificando un trabajo igual al anterior; pero esta vez los ángulos salientes del cuchillo encontrarán la chapa detrás de los puntos que no resultaron cortados anteriormente, y sobre la faja de chapa que resulta adelantada en este segundo avance: de forma que, el ancho del metal en estos puntos de unión de las mallas, resulta, como se ha dicho, doble del de las tiras determinadas por los cortes del cuchillo, no ejerciendo éste en su descenso, sobre la parte ya trabajada, otro efecto que el de obligarla á descender hacia donde el operario recibe el metal ya fabricado, ó sea posición *G''*. La acción del cuchillo *D* indicada en la figura 3.^a por una línea de puntos, consiste en cortar el metal en el acto de su descenso y permitir en el de su ascenso la traslación de la chapa que se está trabajando á su anterior situación, en el sentido lateral de la operación que se practica.

El movimiento de avance se regula á voluntad, de manera á hacer variar, según convenga, los anchos de las tiras que determinan las mallas. Se pueden trabajar en las máquinas, chapas de diversos espesores, siempre que su resistencia á la cortadura y estiramiento no exceda de la potencia de aquéllas. En la práctica apenas se llega más allá de un espesor de 6 á 6,5 mm.

La figura 6.^a presenta una chapa metálica después de su trans-

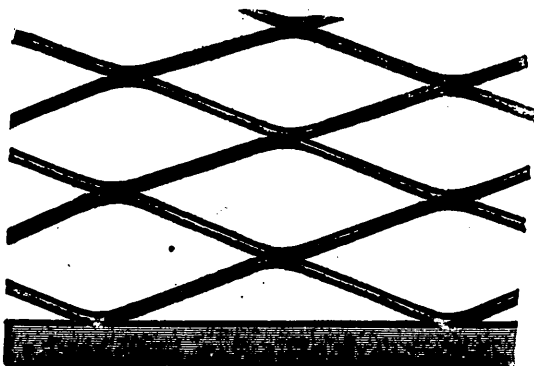


Fig. 6.^a

formación, resultando un verdadero enrejado ó celosía sin soldadura ni ligadura alguna.

Empleo del metal «déployé».— Las aplicaciones de este metal son de grandísimo interés, como diremos más adelante, para las construcciones civiles y militares y armazón de tuberías, zaran-das, etc., numerosísimas, para cerramientos de terrenos, defensa de cubiertas acristaladas, tabiques perforados, pretils, postigos ó puertas pequeñas, defensa de árboles, ventanas, ana-quelerías, etc., para construir cestos, limpiabarros, en fin, para todos los usos, y con ventaja, á que se destinan los enrejados de hierro y de alambre; resultando, al propio tiempo, más económico y resistente, á igual peso y superficie.

Los objetos de latón ó de cobre estirado, como guarda-fuegos, cestos y otros objetos artísticos, etc., se fabrican ya en gran escala también.

El procedimiento Golding se aplica asimismo al aluminio, al cobre rojo y á todos los metales dúctiles. Sus empleos en la fabricación de objetos artísticos son considerables.

Pero el empleo de mayor trascendencia para el metal *déployé*, se encuentra, como dejamos dicho, en las construcciones de edificios, viviendas y en las militares y de ingeniería civil, que necesiten gran tenacidad.

Primeramente diremos, que las latas de este metal alcanzan ya una cifra enorme de consumo en Inglaterra, Estados Unidos, Francia, Bélgica y Rusia, donde se utilizan por millones de metros cuadrados, en la construcción de techos, muros y tabiques con cemento, yeso ó mortero de cal.

Estas latas metálicas que se fabrican en hojas de 2,40 metros de longitud por 0,70 á 1,50 de ancho, son de inestimable valor para formar el esqueleto ó armazón de las construcciones incombustibles de hierro y cemento, que reemplazan con extraordinaria rapidez y economía los entramados antiguos con madera, etc., como fácilmente demuestran las figuras 7.^a, 8.^a y 9.^a

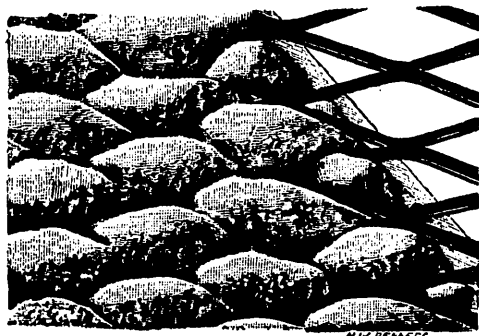


Fig. 7.^a

Las latas de este metal son, al mismo tiempo que ligeras, resistentes y mantienen el yeso ó el mortero de tal modo, que el guarnecido no puede desprenderse espontáneamente como sucede con frecuencia en la antigua forma de guarnecer. Se atan fácilmente á las viguetas de hierro y maderas de piso, resultando preferibles á las de madera ó cañizo para los cielos rasos. Fabricado en mallas de 40 y de 75 mm. con un peso de 2 á 8 kilogramos por metro cuadrado, este metal sirve de armadura al mortero y al hormigón. Una hoja de metal con peso de 3,20 kilogramos por metro cuadrado, introducida en una losa de hormigón de 8 centímetros de espesor, aumenta su resistencia en diez veces. Esta losa apoyada en sus dos extremidades, dejando una luz de un metro, no se rompe bajo el peso de 12.000 kilogramos por metro cuadrado, y sostiene sin flexión, 3.000 kilogramos por igual superficie. Experiencias oficiales han demostrado, que á una luz de 2 metros, esa misma losa, es más resistente que una bóveda de hormigón del mismo espesor en la clave, que pesa 50 por 100 más.

El empleo creciente de los diversos sistemas de cemento armado, abre á este metal un campo de utilización enorme. En la mayor parte de estos sistemas, la armadura metálica se forma

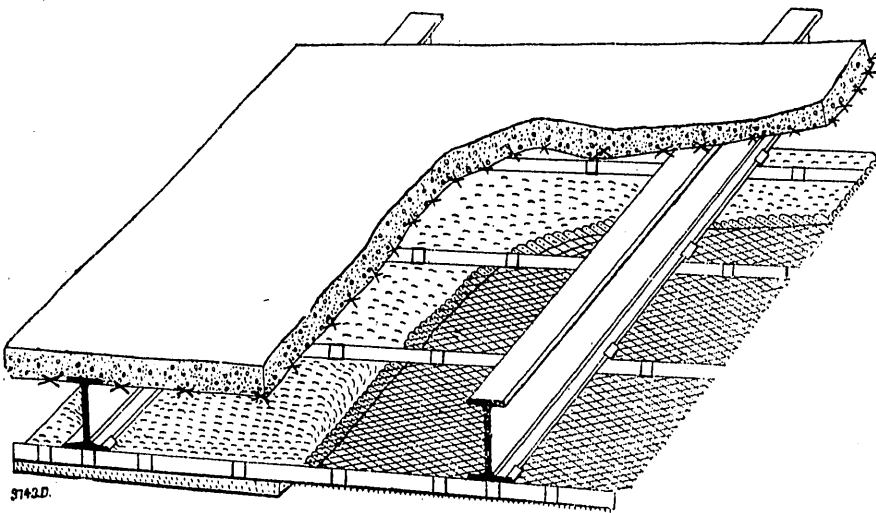


Fig. 8.ª

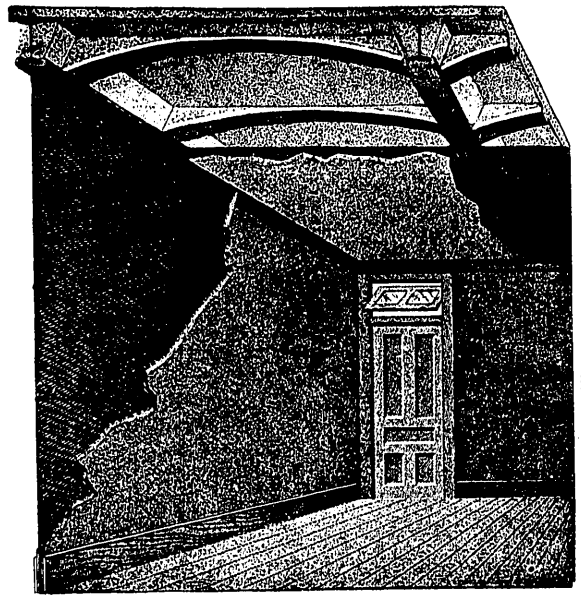


Fig. 9.ª

de una serie de barras de hierro, dispuestas en forma de enrejado y unidas por medio de ligaduras hechas con alambre. Estas ligaduras artificiales, reclaman un trabajo manual muy esmerado, pues su imperfección constituye un peligro para la construcción de que forma parte.

En efecto; el esmero en la formación de las armaduras artificiales es factor de tal importancia para la solidez del trabajo, que los contratos para obras de cemento armado han quedado, en su mayor parte, en manos de los especialistas que explotan los distintos sistemas.

Por el contrario, el metal *déployé* suministra una armadura fuerte y rígida, en la cual las mallas del enrejado hacen cuerpo unido entre sí, exenta de ligaduras artificiales, cuya facilidad de empleo permite a los directores de las obras confiar a todo contratista inteligente la construcción de pisos, muros ó techos con cemento armado, y si se hacen los guarnecidos con cemento hidráulico no corrosivo, se obtendrán fábricas, además de incombustibles, inaccesibles a toda clase de insectos.

No debemos omitir la facilidad que la aplicación de este metal presta al revestimiento y decoración de las grandes construcciones metálicas, como puede comprobarse hoy visitando los trabajos que se están haciendo para la Exposición Universal de París para el presente año.

Los ensayos oficiales verificados por Ingenieros franceses, belgas, ingleses y rusos, están perfectamente acordes, demostrando que una losa de cemento ú hormigón armado con metal *déployé*, de un peso dado, tiene más de doble resistencia que la misma losa, armada con el mismo peso de barras de acero.

Esta superioridad, unida a la sencillez de su empleo, le hace más económico que cualquiera otra armadura metálica, y hace que ya tenga un empleo muy importante en los trabajos de cemento armado.

En América existen diez Compañías que se ocupan de su fabricación ó de su aplicación a las construcciones. La Compañía inglesa «The Expanded Metal Co», que posee todas las patentes europeas, fabrica por término medio 20.000 metros cuadrados por semana de diversas mallas; producción que, según se espera ha de duplicarse en poco tiempo. «La Compagnie Française du Métal Déployé», que se constituyó en Diciembre de 1898, ha recibido ya pedidos por más de un millón de metros cuadrados de este metal, siendo la mayor parte destinada a las grandes construcciones de la Exposición citada, cuyos muros, techos y pisos se están construyendo con yeso sobre el metal *déployé*. En Bélgica, Holanda y Rusia, países donde la explotación de este metal se encuentra en manos de la «Société Anonyme Russo-Belge du Métal Déployé», las ventas de este producto aumentan rápi-

damente, siendo empleado este metal por las Administraciones públicas para la construcción de muros, pisos y tabiques de hospitales y otras construcciones, así como para cerramiento de los caminos de hierro, pretilas de puentes, etc., etc.

Se han hecho contratos para la fabricación y venta del metal *déployé* en Alemania y en Austria-Hungría con las importantes casas Schuschtermamo et Kremer de Dortmund, para Alemania, y de R. Ph. Wagner, de Viena, para Austria-Hungría.

Experiencias hechas con losas de hormigón armadas con metal déployé.—No hace mucho se verificaron en la fábrica que posee la «Compagnie Française du Métal Déployé» en Saint Denis, París, experiencias muy interesantes con losas de hormigón armado.

Tenían por objeto estas experiencias determinar la resistencia de las losas armadas con acero bajo la forma de metal *déployé*.

La composición de la losa fué como sigue:

42) litros de cemento Portland (Candlot) en 1 : 2 por metro cúbico de grava. El volumen del metal era próximamente 0,5 por 100 del de la losa.

La manipulación del hormigón se había encomendado dos meses antes a obreros inexpertos en el manejo del cemento, con objeto de colocarse en las peores condiciones, hasta el extremo que una de las losas se encontró tan imperfecta y cubierta de excrecencias, que al tiempo de romperse, toda la zona media de la losa resultó completamente desahogada, cayendo en forma de lluvia al suelo todas las piedras que la constituían, perfectamente limpias del mortero, con el cual debió formar el conglomerado.

Los resultados obtenidos se resumen en los estados siguientes, en los cuales:

La primera y segunda casilla son, respectivamente, las sobrecargas totales en lingotes de fundición P , y la carga total $P + P'$ siendo P' el peso propio de la losa calculada a la densidad 2, 2.

La tercera casilla contiene los momentos $M = \frac{(P + P') l}{8}$, correspondiente a las cargas.

La cuarta, da la relación $\frac{M}{0,6 + h^2}$ en la cual h es el espesor de la losa en centímetros, y 0,6 metros el ancho constante de todas las losas sometidas a las experiencias. Esta relación es el coeficiente que multiplicado por h^2 da el momento sufrido por la losa para 1 metro de luz.

La quinta contiene la flecha, y la sexta las observaciones.

LOSA NÚM. 1

$h = 12$; metal *déployé* = núm. 11, de peso 5 kilogramos $m.^2$

$$\text{Tanto por ciento de acero} = \frac{5}{0,12 \times 7.800} = 0,535 \text{ por } 100. \text{ Luz} \\ = 2 \text{ m.}$$

Peso muerto á considerar: 323 kilogramos.

SOBRECARGAS P.	Cargas totales. P+P'	$M = \frac{(P+P')l}{8}$	$\frac{M}{0,6 \times h^2}$	Flechas.	OBSERVACIONES
Kgs.	Kgs.	Kgs.			
52 lingotes = 1.508	1.831	458	5,30	3 á 4 mm.	(1) Esta flecha no aumentó en una parada de dos horas. Después de la descarga, la flecha se redujo á 3 mm.
62 idem = 1.798	2.121	530	6,13		
78 idem = 2.117	2.440	610	7,05	6 mm.	
84 idem = 2.436	2.759	690	8,00		
98 idem = 2.897	3.020	755	8,75	7 mm. (1)	

LOSA NÚM. 2

$h = 8$; metal *déployé* núm. 9, pesando 3,15 kilogramos $el m.^2$

$$\text{Tanto por ciento de acero} = \frac{3,15}{0,08 \times 7.800} = 0,514 \text{ por } 100. \text{ Luz} \\ = 2 \text{ ms.}$$

Peso muerto á considerar: 216 kilogramos.

SOBRECARGAS P.	Cargas totales. P+P'	$M = \frac{(P+P')l}{8}$	$\frac{M}{0,6 \times h^2}$	Flechas.	OBSERVACIONES
Kgs.	Kgs.	Kgs.			
14 lingotes = 406	622	156	4,05	3 mm.	Hormigón imperfectamente manipulado.
23 idem = 667	883	221	5,75	10 mm.	
35 idem = 1.015	1.231	308	8,00	17 mm.	
44 idem = 1.276	1.492	373	9,70	23 mm.	
49 idem = 1.421	1.637	409	10,60	Rotura brusca.	

LOSA NÚM. 3

$h = 4$; metal *déployé* núm. 15, peso de 2,17 kilogramos $por m.^2$

$$\text{Tanto por ciento de acero} = \frac{2,17}{0,04 \times 7.800} = 0,695 \text{ por } 100. \text{ Luz} \\ = 1 \text{ m.}$$

Peso muerto á considerar: 108 kilogramos.

SOBRECARGAS P.	Cargas totales. P+P'	$M = \frac{(P+P')l}{8}$	$\frac{M}{0,6 \times h^2}$	Flechas.	OBSERVACIONES
Kgs.	Kgs.	Kgs.			
7 lingotes = 203	311	59	4,05	1 mm.	(1) Después de la descarga la flecha se redujo á 4 mm.
15 idem = 435	543	68	7,10	2 mm.	
22 idem = 638	746	93	9,70	6 mm.	
30 idem = 870	978	122	12,70	9 mm. (1)	

LOSA NÚM. 4

$h = 12$; metal *déployé* núm. 11, peso de 5 kilogramos $m.^2$

$$\text{Tanto por ciento de acero} = \frac{5}{0,12 \times 7.800} = 0,535 \text{ por } 100. \text{ Luz} \\ = 2 \text{ ms.}$$

Peso muerto á considerar: 323 kilogramos.

SOBRECARGAS P.	Cargas totales. P+P'	$M = \frac{(P+P')l}{8}$	$\frac{M}{0,6 \times h^2}$	Flechas.	OBSERVACIONES
Kgs.	Kgs.	Kgs.			
14 lingotes = 406	729	182	2,10	1 mm.	(1) Después de la descarga, esta flecha se redujo á 6 mm.
26 idem = 754	1.077	269	3,10	1,5 mm.	
39 idem = 1.131	1.454	364	4,20	3 mm.	
48 idem = 1.392	1.715	429	5,00	4 mm.	
60 idem = 1.740	2.063	516	6,00	6 mm.	
69 idem = 2.001	2.324	581	6,75	7,5 mm.	
80 idem = 2.320	2.643	661	7,70	9 mm.	
89 idem = 2.581	2.904	726	8,40	10,5 mm.	
100 idem = 2.900	3.223	806	9,35	12 mm.	
110 idem = 3.190	3.513	878	10,20	14 mm. (1)	

Conclusiones.—Si se admite una flecha de $\frac{1}{400}$ de la luz ó sea 2,5 mm. para un metro de luz, y de 5 mm. para la de 2 metros, se deduce de los estados precedentes que se puede contar un momento de

6,13 h^2 para la losa núm. 1 con 0,535 de metal *déployé*.
7,43 idem id. núm. 3 con 0,695 de idem id.
5,50 idem id. núm. 4 con 0,535 de idem id.

Hasta dónde puede juzgarse de este número limitado de experiencias, puede admitirse 6 h^2 con una losa de hormigón delgada, armada de metal *déployé* á razón de 0,50 por 100 próximamente y con generatrices que aumentan este volumen aun en 20 por 100 del volumen del hormigón. Con el hierro redondo al 1 por 100, ó sea una proporción de 1,20 por 100, se usa la fórmula 5 h^2 , admitiendo un mortero á la proporción de 1 : 2.

Resulta, pues que un kilogramo de metal *déployé* reemplaza $\frac{1}{0,50} \times \frac{2}{5} \times \frac{6 h^2}{h^2} = 2,88 k$ hierro redondo; próximamente tres pesos de hierro.

La losa núm. 2, que se rompió bruscamente sin que el metal *déployé* cediese, ha demostrado que este metal presenta él solo una gran resistencia.

Y en fin, fué ensayada una hoja del metal *déployé* núm. 4, pesando 2,99 kilogramos $el metro cuadrado$, apoyada sobre traviesas con una separación de 0,68 metros. Se le cargaron lingotes K, sobre una superficie de 0,68 m. $\times$ 0,50 m. de ancho. Se observó una flecha de 20 mm. á la sobrecarga de 4 lingotes, ó sean 116 kilogramos, equivalente á 353 por metro cuadrado porque la hoja, insuficientemente sujeta, resbaló sobre sus apoyos; pero la adición de 58 kilogramos, ó sea un suplemento de 50 por 100, no aumentó esta falsa flecha de modo apreciable. Retiradas las cargas, no se notó alteración.

De la misma manera, se ensayó una hoja de este metal, número 6, pesando 2,04 kilogramos $por metro cuadrado$; pero guarnecida con 4 centímetros de yeso, la luz se conservó de 0m,68, y el ancho de 0m,50 ó sea un tercio de metro cuadrado.

5 lingotes pesando 145 kgs. = 435 kgs. $\times m^2$ dieron una flecha inapreciable.

10 lingotes pesando 290 kgs. = 870 kgs. $\times$ m² dieron una flecha del mm.

15 idem id. 435 kgs. = 1.305 kgs. $\times$ m² dieron una flecha de 15 mm.

Si este metal tiene por sí una gran resistencia, es evidente que, guarnecido de yeso, esta resistencia será aún más considerable.

Las mismas experiencias se hicieron dos días después con una hoja del núm. 4, pesando 2,99 kilogramos por metro cuadrado, guarnecida con 3 centímetros de yeso. La luz fué aún de 0^m,68. Se cargó la losa con 18 lingotes sobre el ancho de 0^m,50, lo que corresponde próximamente á 1.566 kilogramos por metro superficial; la flecha sólo llegó á 4 mm. y retirada la carga se redujo á 2 mm.

Estos resultados, obtenidos en presencia de M. Henard, Arquitecto de la Exposición Universal de París del presente año, han abierto nuevos y extensos horizontes para las aplicaciones del metal *déployé*.

Muchos más informes pudiéramos citar, demostrativos de la utilidad de la aplicación del dicho metal á las construcciones de toda clase; pero en nuestro deseo de no hacer un artículo demasiado largo, citaremos, para terminar, las siguientes conclusiones del informe emitido en 29 de Abril de 1896, por los competentes Ingenieros Fowler et Baker, de Londres.

Tratábase de losas y bóvedas de hormigón de 75 mm. de espesor, compuesto de 1 de cemento $\times$ 1 de arena $\times$ 2 de piedra. El metal *déployé* estaba formado por tiras de 5,5 $\times$ 2,5 mm. y de 5,5 $\times$ 4 mm. 1.^a conclusión: La losa armada aumenta su resistencia para un metro de luz entre apoyos, de seis á ocho veces, y para una luz de 2 metros, de diez á once veces. 2.^a Que no obstante el aumento proporcional de resistencia, que produce en una losa para un metro de luz sin armar el aumento progresivo de cemento, no se puede llegar más que á doblarle la resistencia, mientras que la armadura la eleva hasta ocho veces, y que para una luz de 2 metros, el aumento de cemento llega á triplicar la resistencia de la losa contra once veces, á que la eleva la armadura. 3.^a Que una losa hecha de cemento, que cuesta tanto, por lo menos, como la losa armada, resulta con una resistencia muy inferior á la que ofrece ésta. 4.^a Que para una luz de un metro, la losa armada ofrece igual resistencia que una bóveda rebajada en $\frac{1}{14}$ ó un $\frac{1}{15}$, y que habiendo soportado una

carga, en la experiencia, de más de 12.000 kilogramos por metro cuadrado, la cuarta parte, ó sea 3.000 kilogramos, puede considerarse como una carga de seguridad. 5.^a Que con la luz de 2 metros, resulta la resistencia en favor de las losas; pero sin que pueda considerarse una carga de seguridad superior á 1.000 kilogramos por metro cuadrado. 6.^a Que en los dos casos anteriores, la cantidad y peso del material empleado es en la losa menos de los tercios del de la bóveda. 7.^a Que el calibre del metal más apropiado para esta clase de forjados es el de 5,5 $\times$ 3 mm.

De las experiencias llevadas á cabo recientemente por el citado Mr. Henard, Arquitecto oficial de la Exposición universal de 1900, resulta que un kilogramo de metal *déployé*, como armadura interior de una losa de hormigón, ofrece tanta resistencia como 3 kilogramos de hierro redondo empleado en las mismas condiciones.

Estos hechos, de una importancia capital, aseguran á dicho producto un gran porvenir como material de construcción.

Ya como resultado de las experiencias y ensayos hechos, se adoptó por Mr. Henard para armadura del piso del Palacio de la Electricidad para la Exposición próxima, cubriendo unos 13.000 metros cuadrados.

Entre las aplicaciones importantes hechas con cemento armado, se pueden citar las ejecutadas bajo la dirección de monsieur Bonna, á saber: los Archivos del «Comptoir National d'Escomptes á Rueil»; la fábrica de la «Société des Emeris», en París; las aceras de la villa de Grasse, además las construcciones hechas por Mr. Coignet en la Fábrica de cemento de Niel y di-

versos trabajos ejecutados por la Sociedad para las construcciones de cemento armado; para armadura de las tuberías de conducción de fluido, está dando los mejores resultados.

Es incombustible, indestructible, y no admite los insectos.

La gran malla se aplica con ventaja para cerramientos de las propiedades, y las pequeñas para zarandas clasificadoras de minerales y otros usos.

B.

RESISTENCIA DEL PAPEL AL ROZAMIENTO ⁽¹⁾

Entre los diversos ensayos ó pruebas que deben hacerse con el papel para apreciar su resistencia á la acción de los agentes exteriores que contribuyen estática ó dinámicamente á su destrucción, merecerá la preferencia aquel que determine en cada caso su aptitud para resistir la acción á que con mayor frecuencia haya de estar sometido.

Así, por ejemplo, será de influencia decisiva en un papel destinado á la rotativa de un periódico, la resistencia que ofrezca á la tracción.

En un papel destinado á pautas para la enseñanza de la escritura á párvulos, será condición esencial el encolado, y muy importante el ensayo de su calidad bajo este aspecto.

Un papel secante deberá ensayarse con relación á su poder absorbente, importando poco su resistencia á la tracción.

Para el papel destinado á *billetes de Banco*, empleándose en su confección, como es de rigor, materias de primera calidad, es natural que posea gran resistencia á la tracción, de imprescindible necesidad para el uso, el encolado también ha de ser bueno é inútil su ensayo especial, pero en cambio es esencialísimo que, destinado como está dicho papel á pasar de mano en mano y á ser doblado y arrugado, tengan en grado sumo lo que en francés se llama resistencia al *chiffonnage* y al *froissement*, es decir, al rozamiento singular que ha de sufrir al ser continuamente manoseado y estrujado.

En todo laboratorio de ensayo de papeles debe probarse esta resistencia al rozamiento, además de la que acusa el dasímetro, en el que se registra, como es sabido, la carga de rotura y el alargamiento para deducir la calidad del papel.

En el laboratorio de Charlottenburgo no se emplea aparato alguno para determinar esta aptitud ó resistencia del papel al rozamiento ó *chiffonnage*; los ensayos se practican arrugando á mano el papel y sometándolo luego á un procedimiento semejante al lavado, para deducir su calidad bajo este aspecto, según la mayor ó menor facilidad que ofrezca su desagregación.

Resulta de experimentos y discusiones múltiples, que la resistencia al rozamiento no depende solamente de la solidez del papel, y puede un papel muy sólido ofrecer escasa resistencia al rozamiento por estar mal refinada la pasta ó demasiado blanqueada.

Estos ensayos manuales dan un resultado demasiado individual, variable según la fuerza del operador y la manera de operar, por lo que se ha pensado, aunque hasta ahora con poco éxito, en la conveniencia de construir aparatos que realicen estos ensayos, para que desaparezca lo aleatorio de la personalidad del experimentador.

Describiremos someramente los ideados con este objeto por los profesores Pfuhl y Shopper.

El aparato del primero responde, según su autor, á todas las exigencias de esta clase de ensayos. Consiste en un cilindro metálico que puede girar alrededor de su eje de figura colocado

(1) Conocida de todos la competencia que en la fabricación del papel tiene acreditada nuestro distinguido compañero D. Luis Marín, que después de recorrer varias fábricas nacionales y extranjeras con el detenimiento y espíritu de sagaz observación que le adornan, publicó en el año 1893 la obra titulada *El Papel*, solicitamos de él algunos artículos sobre esta materia, honrándonos hoy con el que publicamos, última palabra de esta industria en lo relativo á las condiciones especiales de resistencia que ha de reunir el papel, según los casos.