

## REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

SECCIÓN INDUSTRIAL

AÑO 1908.

27 DE FEBRERO

NÚM. 1692.

LOS TEJIDOS METÁLICOS RIVIERE  
COMO ARMADURA DEL CEMENTO Y DEL YESO

POR EL INGENIERO DON EDUARDO GALLEGO

## El hormigón armado y sin armar.

Las aplicaciones del mortero de cemento (material formado por una mezcla en proporciones convenientes de arena, cemento y agua) y del hormigón, que no es otra cosa que el mismo mortero al que se agrega grava, gravilla ó piedra machacada, vienen multiplicándose desde hace una veintena de años, contribuyendo á su desarrollo los perfeccionamientos conseguidos en la fabricación de cementos, traducidos naturalmente en mejora de las cualidades de los morteros y hormigones con ellos obtenidos.

Figuran entre estas cualidades, destacándose por su importancia para el constructor: *la incombustibilidad; el monolitismo; la facilidad de ser moldeado adoptando cualquier forma; la posibilidad de fabricarse al pie de la obra ó en taller, según convenga; su duración casi indefinida, si está bien fabricado y empleado, y sus buenas propiedades higiénicas*, todo dentro de una economía las más de las veces inmediata.

Respecto á la resistencia, las condiciones del mortero ú hormigón de cemento varían notablemente con la clase de trabajo á que las piezas de dicho material hayan de estar sometidas, pues el hormigón, lo

mismo que todos los materiales pétreos, tiene gran aptitud para soportar los esfuerzos de compresión y muy escasa para resistir las extensiones.

Resulta de ello, como consecuencia lógica, que, cuando se trata de pilares ó apoyos, lo mismo de grandes que de pequeñas dimensiones, y en general de piezas de mortero ú hormigón que están sometidas á esfuerzos de compresión, se obtienen resistencias muy elevadas con espesores pequeños, lo que lleva consigo poco gasto de material, reducido peso y facilidad extraordinaria para el transporte y colocación en obra, todo lo cual se traduce en *solidez y economía*; pero, en cambio, cuando las piezas fabricadas con mortero ú hormigón de cemento tienen que trabajar á extensión ó á flexión, como les sucede á las losas, vigas, adornos volados sobre los muros, paredes de baños, depósitos, etcétera, etc., los espesores aumentan notablemente, y con ellos el peso y el precio.

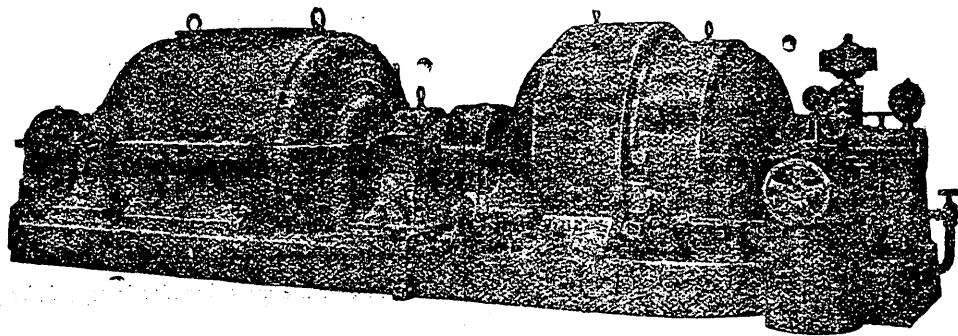
Este inconveniente reducía mucho el campo de las aplicaciones de morteros y de hormigones; pero, felizmente para la higiene y la construcción, al recibir en 1892 (fecha en la que comienzan á aplicarse las patentes Hennebique) sanción práctica el *cemento armado* que había ideado José Monnier en 1865, quedaba por completo anulado dicho defecto, toda vez que teórica y experimentalmente podía comprobarse que, introduciendo barras ó tejidos metálicos convenientemente distribuidos en la masa de hormigón ó mortero de cemento, el material resultante era apto lo mismo para los trabajos de compresión que para los de extensión y flexión.

Á partir de este momento, el mortero y hormigón solos ó asociados al hierro para combinar y completar sus cualidades características y opuestas, pueden dar en todas las aplicaciones la solidez necesaria con espesores y dimensiones asombrosas por lo reducidas, y las obras con estos materiales construidas (hormigón armado y sin armar) adquieren una *ligereza, esbeltez y atrevimiento* tales que producen una verdadera é indiscutible revolución en el arte de construir.

Experiencias concluyentes demuestran que una losa de mortero de cemento en la cual se introduce una celosía de mallas metálicas indeformables, soporta, sin romperse, pesos *cuatro veces mayores* que los

## Turbina de Vapor Oerlikon

Turbo-generadores para corriente continua, alterna ó polifásica



Instalaciones eléctricas de todas clases y potencias

Sociedad Española Oerlikon

Príncipe 30

Madrid

Buenas 11

que determinarían la ruptura de la misma losa careciendo de la armadura metálica, y que una losa de mortero de cemento, sin armadura, no tolera, sin romperse, alargamientos superiores a una décima de milímetro por metro, mientras que la misma losa, provista de armadura en el sentido de la tensión, no comienza a presentar señales de ruptura hasta que ha sufrido alargamientos de dos milímetros por metro, ó sean veinte veces superiores. Los anteriores datos permiten formarse idea clara de la ventaja extraordinaria que representa el armar el hormigón ó el mortero, esto es, el introducir en la masa una cierta cantidad de metal (hierro ó acero) hábilmente distribuida, que, al quedar libre del contacto con el aire, está protegida de la oxidación, el mayor enemigo de las carpinterías metálicas.

#### Ventajas que proporciona el armar los morteros y hormigones de cemento.

Armando las masas de cemento (morteros y hormigones) obtiéndose, á igualdad de espesores, resistencias próximamente cuatro veces mayores en las piezas sometidas á trabajos de extensión y flexión, y á igualdad de resistencias, espesores mucho más reducidos, y como quiera que el coste de la armadura es bastante menor que el del material que con tal reducción de espesores se ahorra, resulta indudable que, aunque sólo fuera por economía, deberían siempre armarse cuantas piezas y objetos moldeados que tengan que trabajar á extensión ó flexión se construyan, de mármol ó piedra artificial ó simplemente con mortero ú hormigón de cemento.

Pero, aparte de esa economía en materiales, el armar los hormigones y morteros presenta las ventajas de facilitar el transporte, manejo y puesta en obra de las piezas por su menor peso; de asegurar la unión de piezas aisladas enlazando convenientemente sus armaduras; impedir que en caso de ruptura de una pieza puedan desprenderse los trozos que la forman, y estar á cubierto de las fracturas de piezas que, habiéndose construido para descansar en su totalidad sobre otros elementos, puedan quedar accidental ó permanentemente sometidas á flexión por asientos del terreno ó superficies en que descansen, como les sucede, por ejemplo, á las tuberías y canalizaciones. Ventajas semejantes obtiéndose introduciendo una armadura metálica dentro de una masa de yeso.

#### Comparación de las armaduras de barras y de tejidos metálicos.

Lo mismo en el sistema Monnier, que es el primero de cemento armado que se patentó, que en la multitud de procedimientos posteriormente ideados, se recomienda siempre colocar en las losas y forjados en general, además de las barras principales, otras secundarias de dirección normal á las primeras, denominadas de repartición, formándose así una malla ó celosía, con ambos órdenes de barras, y siendo preciso, para impedir los movimientos de ellas en el interior de la masa y hacerlas trabajar simultáneamente, atar los cruces de barras, operación que absorbe tiempo y exige un gasto suplementario de material.

Para evitar dicho gasto, ahorrar mano de obra y facilitar ésta, asegurando al propio tiempo la inmovilidad de los dos órdenes de barras, se ha acudido á los tejidos metálicos, con los cuales, gracias á la perfecta regularidad en la repartición de la materia, al propio tiempo que se logran aquellas ventajas, se obtienen también, la importantísima de reducir á igualdad de resistencia del forjado la cantidad del metal con que debe armarse y aumentar notablemente la superficie de contacto del mortero con el metal.

El empleo, como armadura, de los tejidos metálicos conduce, en resumen, comparado con el de las barras, á una economía en peso de material metálico, á un aumento de rapidez en la ejecución por disminución de mano de obra y á un crecimiento notable en la superficie de adherencia de ambos materiales, el mortero ú hormigón y el metal.

#### Los tejidos metálicos de Rivière.

Los tejidos Rivière (fig. 1.<sup>a</sup>) se fabrican mecánicamente, entrelazando alambres de acero ó hierro ó en crudo ó galvanizado de distintos gruesos, formando mallas cuadradas rectangulares ó romboidales, de cuya combinación puede decirse resulta una variedad indefinida de tipos, entre límites bastante extensos; que empieza en los tejidos con alambre de 0,90 milímetros de diámetro y 0,50 kilogramos de peso por

metro cuadrado, y termina con los fabricados con alambres de 5 milímetros de grueso y figura 10 kilogramos de peso por metro cuadrado.

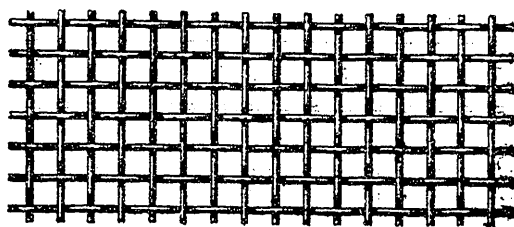


Fig. 1.<sup>a</sup>

Siendo necesario, para conseguir todas las ventajas del hormigón ó cemento armado, establecer una cierta proporción entre el espesor de aquel material y el peso por metro cuadrado de su armadura metálica, resulta que si éste es superior al que pueden proporcionar los tejidos, lo que ocurre en obras de gran importancia, como puentes, vigas de pisos, etc., es conveniente recurrir á otros medios que, proporcionando la cantidad de metal necesario para su resistencia, son más económicos, por exigir menos gastos de fabricación; tales son el empleo del metal Deployé (pídase el Catálogo especial), los hierros redondos, cuadrados, viguetas, etc., mediante los cuales pueden ejecutarse con el hormigón ó cemento armado toda clase de obras. Claro es que podría conseguirse el peso del metal que el cálculo determine con el empleo exclusivo de los tejidos metálicos Rivière, por la suma y combinación de los que fueran necesarios; pero tal procedimiento, aunque factible, no resulta en general tan económico como el empleo de los otros medios, á que antes nos referimos, que pueden proporcionarlo directamente; por eso conviene que en tales casos el constructor estudie la solución más ventajosa (tejidos ó hierros especiales).

La tarifa núm. 40, impresa á continuación, especifica las condiciones y precios de los tejidos metálicos Rivière de fabricación corriente.

#### TARIFA NÚM. 40.—17 DE ABRIL DE 1907

Precios por metro superficial de tejidos de hierro especiales para construcciones, tomando el género por piezas de unos 50 metros de largo.

| Número del tejido. | Malla aproximada<br>—<br>Milímetros. | Alambre.<br>—<br>Milímetros. | Peso por metro superficial.<br>—<br>Kilos. | Precio.<br>—<br>Pesetas. |
|--------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|
| 1 A.....           | 26                                   | 2                            | 1,750                                      | 1,10                     |
| 2 A.....           | 13                                   | 1,25                         | 1,450                                      | 1                        |
| 194 T.....         | 20                                   | 1,90                         | 0,620                                      | 0,50                     |
| 198 T.....         | 20                                   | 1,25                         | 1,250                                      | 0,85                     |
| 254 T.....         | 25                                   | 0,90                         | 0,500                                      | 0,325                    |
| 258 T.....         | 25                                   | 1,25                         | 0,900                                      | 0,65                     |
| 2510 T.....        | 25                                   | 1,50                         | 1,300                                      | 0,80                     |
| 314 T.....         | 32                                   | 0,90                         | 0,400                                      | 0,275                    |
| 3110 T.....        | 32                                   | 1,50                         | 1,020                                      | 0,625                    |
| 414 T.....         | 42                                   | 0,90                         | 0,320                                      | 0,20                     |
| 4110 T.....        | 42                                   | 1,50                         | 0,850                                      | 0,55                     |
| 5110 T.....        | 52                                   | 1,50                         | 0,72                                       | 0,475                    |
| 6015 S.....        | 65                                   | 2,50                         | 1,400                                      | 0,85                     |
| 6018 S.....        | 65                                   | 3,50                         | 2,550                                      | 1,60                     |

Tejidos de hierro galvanizado especiales para cielos rasos de yeso.

| Número   | Pesetas. |
|----------|----------|
| 613..... | 1        |
| 412..... | 0,90     |

Las existencias en almacén dispuestas para servir á carta vista son de 1m,00 y 1m,20 de ancho.

#### Puesta en obra de los tejidos metálicos.

El manejo de los tejidos metálicos es sumamente cómodo. Pueden cortarse perfectamente con las tijeras usadas por los hojalateros, y los números 6015 S y 6018 S, que son los más resistentes, con-cortafrio.

En forjados de alguna extensión superficial conviene que las hojas queden bien tesadas, para evitar se formen bolsas, que obligan a aumentar innecesariamente los espesores de enlucidos. Los tejidos se clavan a los apoyos si éstos son de madera, ó se atan a los mismos con alambre de 1 ó 2 milímetros, si están constituidos dichos apoyos por varillas ó viguetas de hierro.

Todas las observaciones hechas al tratar de la elección de los materiales que componen el mortero ó el hormigón, de la fabricación y proporciones de las mezclas y de su manejo y empleo en obra en nuestro folleto «El metal deployé como armadura de los morteros y hormigones de cemento», son aplicables al caso actual, en el que la armadura es de tejido metálico. Este debe colocarse en las zonas en que se verifica el trabajo de extensión y con el objeto de que siempre quede recubierto por el mortero ó por el yeso, debe distanciarse la tela metálica como minimum 0m,01 de las superficies que ha de cubrir. El tejido metálico fabricado con hierro galvanizado no necesita pintarse antes de ser embebido en la masa, aunque ésta sea de yeso. Todos los cosidos de hojas ó de éstas con varillas, etc., deben hacerse con alambre de 1 ó 2 milímetros de diámetro. Como el hierro galvanizado se adhiere menos al mortero que el metal, que carece de esta protección, en general deben preferirse los tejidos de alambre ordinarios ó sin galvanizar, que son más económicos.

#### Fórmulas para el cálculo de losas armadas con tejidos metálicos.

El espesor de la losa se determina por la fórmula:

(I)  $M_0 = 5 ab^2$ ; siendo  $M_0$  el momento flector máximo y  $b$  y  $a$  las dimensiones de la losa ( $b$  espesor,  $a$  anchura).

Para el caso más frecuente de losas apoyadas en dos de sus lados y cargadas uniformemente y anchura 1 metro, dicha fórmula se transforma en

$$(II) p = \frac{40 b^3}{l^2} \quad \text{siendo} \quad \begin{cases} p & \text{— carga en kilogramos por metro cuadrado.} \\ l & \text{— luz ó distancia entre apoyos en metros.} \\ b & \text{— espesor en centímetros.} \end{cases}$$

$$(III) b = \frac{\sqrt{p l^2}}{40}$$

Conocido el espesor se halla el peso por metro cuadrado del tejido con que debe armarse por la sencilla fórmula:

(IV)  $p = 0,50 \times b$ , siendo  $b$  dicho espesor en centímetros, y sabido dicho peso, el cuadro anterior facilita todos los datos necesarios: anchura de malla, número del tejido y precio.

Calculemos, como ejemplo, una losa de un metro de luz, cargada con un peso uniformemente repartido de 200 kilos por metro cuadrado. El espesor necesario de la losa sería, según la fórmula (III),

$$b = \frac{\sqrt{p l^2}}{40} = \frac{\sqrt{200 \times 1^2}}{40} = \sqrt{5} = 2,24 \text{ centímetros}$$

ó 3 por exceso, y el peso por metro cuadrado de la armadura, según la (IV)  $p = 0,50 \times b = 0,50 \times 2,24 = 1,11$  kilogramos.

Buscando este peso en el cuadro, encontramos como el más próximo por exceso 1,25 kilogramos, que corresponde al núm. 195 T, cuyo coste es de 0,85 pesetas el metro cuadrado.

#### Principales aplicaciones del cemento armado con tejidos metálicos.

##### Losas armadas de cemento.

Cuando las cargas son débiles (hasta 200 kilogramos  $m^2$ ), las luces pebueñas (hasta 1m,50), las losas armadas resultan de reducidos espesores y se obtiene, como en el anterior párrafo demostramos, gran economía con emplear los tejidos, sea cualquiera el objeto de la losa, ó más en general del forjado. Según sea el peso necesario de armadura por metro cuadrado de losa, deberá elegirse uno ú otro número de los que figuran en el Catálogo de Tejidos, á excepción de los 6.015 S y 6.018 S, que, por estar organizados de tal forma que cada rombo puede moverse dentro de los adyacentes, sólo conviene usarlos en tabiques, revestimientos y aplicaciones parecidas, en las cuales pueda el tejido tesarse previamente y sujetarlo, ya estirado, á muros, barras ó apoyos fijos.

Las losas armadas con tejidos permiten ejecutar los forjados de pisos con rapidez extraordinaria y pueden aplicarse igualmente sobre vigas de madera que sobre viguería metálica.

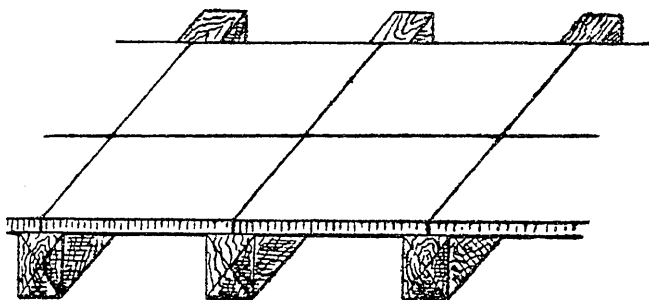


Fig. 2.ª

La figura 2.ª es un ejemplo de piso económico, constituido con vigas de madera y losas de cemento armadas con tejido y descansando sobre aquéllas; se acostumbra con esta disposición a separar las viguetas entre ejes un metro, cuya dimensión debe ser la luz de dichas losas. Las juntas entre losas se toman con mortero de cemento á partes iguales de cemento y arena bien lavada, y con esta masa conviene dar al piso una lechada para enlazar bien todas las losas y constituir una superficie continua que permita el rayado simulando losetas de las dimensiones que convenga.

La misma disposición puede adoptarse para pisos con viguetas de hierro, y cuando se desee no queden al descubierto las alas de las dobles T pueden embeberse éstas en hormigón, como se representa en las figuras 3.ª y 4.ª

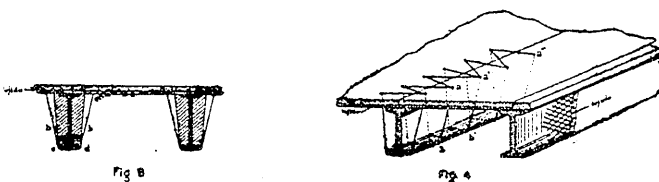


Fig. 3

Fig. 4

Al fabricar las losas se atan en la armadura, á una distancia de las extremidades un par de centímetros superior á la semianchura del ala de la doble T, trozos de alambre  $b$  de 2 á 4 milímetros y se enlazan éstos una vez colocadas las losas que descansan sobre cada viga por debajo del ala inferior, rellenando con mortero de cemento ó con yeso el espacio comprendido entre estos alambres  $b$  y el alma de la T, con lo cual viene á quedar el piso con el perfil  $b c d e$ . Más práctico es aún hacer en las losas una serie de agujeros de unos 6 milímetros de diámetro distantes de 8 á 10 centímetros sobre dos líneas paralelas á los bordes de apoyo y separadas de éstos un par de centímetros más que la semianchura de las alas de la T. Asentadas las losas sobre las vigas, se pasa por los taladros alambre de 4 milímetros, adaptando luego sobre  $ab$ ,  $a' b'$ ,  $a'' b''$  el tejido metálico que se cubre con mortero de cemento ó, mejor, con yeso.

Las losas armadas pueden también hacerse descansar sobre el ala inferior de la doble T, conviniendo darlas el corte que se indica en la figura 5.ª Cuando se desea ocultar la cabeza inferior de las viguetas,

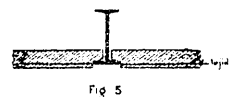


Fig. 5

visible por la parte de abajo, se rodea con un tejido metálico, que las mismas losas sujetan y permiten atirantar dándole el saliente que convenga, rebatiendo luego los dos extremos libres sobre la cara superior de las losas y recubriéndolas con cemento, para cerrar las juntas. Disponiendo convenientemente el saliente del tejido que se deje



Fig. 6

por debajo de las viguetas y el moldeado del cemento que lo recubre, puede convertirse en un elemento decorativo del techo.

Sobre el forjado que forman las losas se coloca una capa de escorias, carbonilla u otro material barato y ligero, hasta ganar la altura total de las vigas, empleando para pavimento baldosin, tabla de entarimar o el material más adecuado a la pieza cubierta. La figura 6.<sup>a</sup> permite examinar el conjunto de este sistema de forjados, muy recomendables por su poco peso y economía, sobre todo en aquellas localidades donde no se fabrica la rasilla y su trabajo es caro y deficiente.

#### Losas de yeso armado.

Tienen idénticas aplicaciones que las de cemento, y aunque a igualdad de espesor su resistencia es menor que la de éstas, para las cargas usuales de 200 a 300 kilogramos por metro cuadrado y separaciones de vigas en pisos de 0m,60 a 1m,00, las placas de yeso evitan el cielo raso y resultan ligeras, por poderse hacer con huecos y más económicas que las losas de cemento, donde hay elementos bastantes para montar su fabricación que es rápida y sencilla.

La Sociedad Saavedra y C.<sup>a</sup> ha establecido en Madrid grandes talleres para la construcción de placas de yeso sistema Tischer, y montado fábricas en Oviedo, Sevilla, Granada y Santander. Estas placas de yeso llevan siempre un finísimo tejido metálico como armadura que permite reducir su espesor y como consecuencia su peso, y en razón de sus múltiples ventajas, incombustibilidad, rapidez de colocación, ligereza, cualidades higiénicas, etc., su empleo se ha desarrollado extraordinariamente en España, donde se utilizan, tanto para los forjados de pisos, como para los entramados verticales (tabiques) o inclinados.

La figura 7.<sup>a</sup> es la perspectiva de una placa de yeso armado con te-

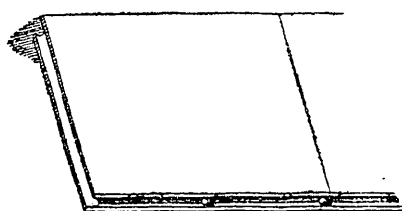


Fig. 7.ª

jido metálico. Las superficies acanaladas de los bordes aseguran un perfecto enlace de las placas entre sí.

Estas placas se han empleado para la construcción de todos los forjados en la nueva estación del ferrocarril del Norte, en Burgos, y combinándose con el Ruberoid se prestan a la ejecución de azoteas perfectamente impermeables.

La figura 8.<sup>a</sup> manifiesta la organización dada a las azoteas del ho-

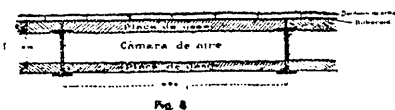


Fig. 8

tel en construcción en la Corte, propiedad del Excmo. Sr. Duque de Arévalo del Rey, por el Arquitecto D. Luis Sáinz de los Terreros.

Sobre las alas inferiores de vigas doble T de 0m,16, espaciadas a 0m,80 se dispone en un entrevigado de placas de yeso armado, sobre el cual se coloca una capa de escoria hasta enrasar con la tabla superior que se cubre con Ruberoid, encima del cual va el baldosin.

#### Cielos rasos.

Los de cañizo resultan antihigiénicos y de duración muy limitada, y los de bovedilla plana o rebajada de rasilla son pesados y caros. El cielo raso de yeso armado con tela metálica es de duración grandísima, incombustible y muy ligero, ventaja esta última que representa economía de consideración, por lo que reduce el peso de las armaduras, cuando se trata de cubrir con cielo raso salas de grandes luces, o de hacer bóvedas fingidas. Lo mucho que va extendiéndose en España la construcción de los cielos rasos de yeso armado, ha movido a la casa Rivière a fabricar un tipo especial de tejido para esta aplicación, con alambre galvanizado de un milímetro y dimensiones de malla 5 y 10 milímetros.

Para que el cielo raso quede bien plano es imprescindible que las tirantillas de hierro o listones de madera que sirven de apoyo y sujeción a este tejido no disten entre ejes más de 0m,25. El peso en total del metro cuadrado de cielo raso construido por este sistema no pasa de 20 kilos incluyendo dichos listones, a los que el tejido se clava o ata con costura hecha con alambre de un milímetro.

#### Cubiertas y tabiques.

El reducido coste de los tejidos metálicos y la abundancia del yeso en algunas de nuestras regiones, pueden recomendar en muchos casos adoptar para cubiertas y tabiques el sistema que con grandes resultados está poniendo en práctica en las importantes obras hidráulicas que dirige en Jaén el Ingeniero D. José García Benítez, para la construcción de cubiertas y tabiques en edificios provisionales o semi-permanentes.

El tejido metálico dispuesto en la forma que indica la figura 9.<sup>a</sup>, o

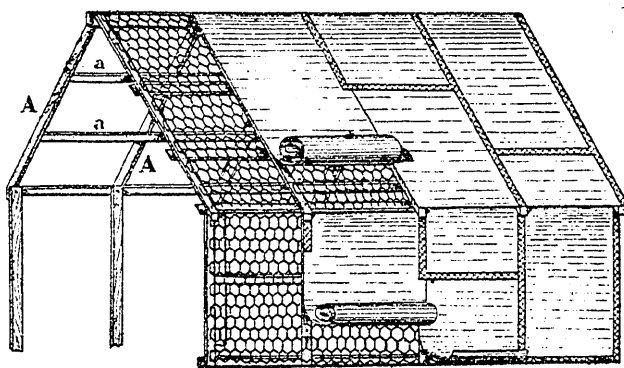


Fig. 9.ª

sea clavado sobre los listones aa y AA, se cubre con una capa de yeso de un par de centímetros de espesor y sobre ella se coloca el Ruberoid para preservarla del contacto del agua de lluvia. En las paredes puede suprimirse el yeso, apoyando directamente el Ruberoid sobre la armadura y clavando una y otra a los listones verticales, que deben espaciarse a la anchura de dicho fieltro (0m,90), y a los horizontales A.

En construcciones rurales, en gallineros, conejeras, palomares, etcétera, etc., el sistema indicado resulta insustituible por su economía y segura protección contra los agentes atmosféricos.

El conejar modelo y granja agrícola de Santa Isabel (Ciudad Real) viene, desde su creación, combinando en todas sus instalaciones ambos materiales, tejido metálico Rivière y Ruberoid.

Las placas Tischer, y en general las losas de yeso armado continuas o independientes, aplicanse también a la construcción de tabiques o muros de pequeño espesor (hasta 0m,10) estando indicadísimo el empleo de estas placas de yeso armadas, siempre que los tabiques no caigan sobre muros de carga, por interesar en tales circunstancias la reducción en todo lo posible del peso propio de materiales, sobre todo si la luz de las vigas, que tienen que soportar distintos tabiques, pasa de 3 a 4 metros.

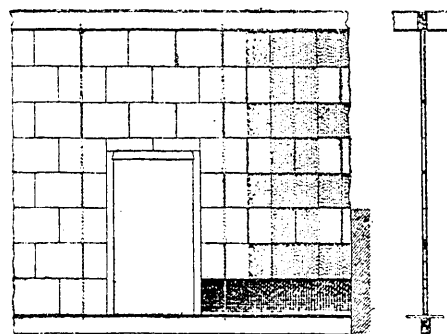


Fig 10

La figura 10 representa un tabique construido con placas de yeso armadas; el espesor que generalmente se adopta varía entre 0m,04 y 0m,06.

## Canalizaciones.

Lo mismo cuando se trata de tuberías de pequeño diámetro (hasta 0m,20) que de conducciones sin cubrir, sometidas á bajas presiones, el constituir la armadura con tejidos metálicos Rivière representa una economía importante sobre el empleo de cualquier otro sistema.

Hasta fecha reciente, para no recargar el precio de estas piezas, se acostumbra á prescindir de la armadura y con ella de la disminución de espesor y peso que lleva consigo, cayéndose en el grave inconveniente de no tomar medida alguna para dar aptitud á estas tuberías y canalizaciones para el trabajo de flexión. No es de extrañar, en consecuencia, sea frecuente el ver trozos de tuberías, alcorques, regueras de cemento sin armar, rotos á causa de haber quedado en parte de su longitud sin apoyo por asientos del terreno. Las telas metálicas permiten hoy sustituir el hormigón sin armar por el armado para estas aplicaciones, obteniendo las referidas ventajas sin aumento de precio, y, antes al contrario, con economía apreciable.

Las figuras 11, 12 y 13 representan las secciones transversales, semicircular y rectangular y un perfil longitudinal del acueducto por-



Fig. 11



Fig. 12

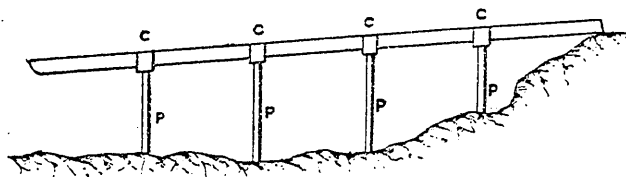


Fig. 13.

tátil sistema Unciti, montado sobre cojinetes *P* y armado con tela metálica.

Este acueducto, por su poco peso, facilidad para montarlo y desmontarlo, aptitud para plegarse al terreno sin exigir movimientos de tierra ó impermeabilidad, sustituye muy ventajosamente á las conocidas regueras de madera ó de barro tan extendidas en España para el riego de los campos, que tienen el grave defecto de dar lugar á mermas de agua á menudo muy apreciables.

Además de las tuberías y conductos de hormigón para la conducción de líquidos, úsanse mucho las canalizaciones de cemento armado, para preservar los cables eléctricos de los perjudiciales efectos de la humedad, evitando pérdidas de fluido por derivaciones, así como el rápido deterioro de los cables ó los cuantiosos gastos que representa la adopción de tipos de cables armados de hilos ó cintas de acero.

La figura 14 es el modelo de cajetín de hormigón armado con telas

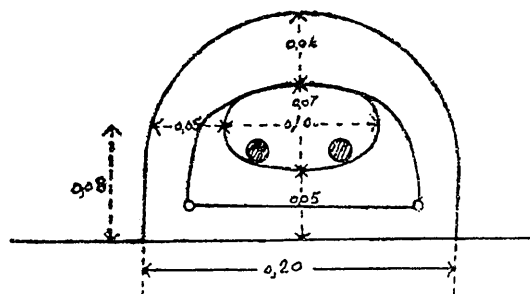


Fig. 14.

metálicas empleado por la Sociedad de la Corte «Aplicaciones de la Ingeniería» para las canalizaciones protectoras de los cables de alta tensión de la fábrica de electricidad de Buenavista. Cada trozo tenía dos metros de longitud y las uniones se hicieron por medio de un arco de ladrillo recocho cogido con mortero de cemento, asegurando la impermeabilidad de las juntas por medio de dos capas de pintura aisladora, Ruberine, procedente de la casa Allut Nood & Meyer de Hamburgo. La tela se sujeta á las dos varillas longitudinales que en corte transversal se ven en la figura.

## Baños, pesebres, fregaderos, depósitos, etc.

Por la impermeabilidad, limpieza y duración de estos objetos resulta muy recomendable el empleo en ellos del hormigón, y por los pequeños esfuerzos á que están sometidos conviene constituir la armadura con tejido metálico.

En general se construye con cabilla el esqueleto de la pieza ó las directrices de la misma arriostrando con varillas ó simplemente con alambre de 4 milímetros dichas directrices y cosiendo la tela á dicho esqueleto; para fortalecer las aristas, tanto en canales como en regueras, pesebres, etc., deben colocarse barras longitudinales de diámetro adecuado (4 á 10 mm.), á las que se cose la tela, los pesebres se empujan en la pared, evitándose así pies derechos, pudiendo servir de tirantes los mismos tabiquillos de separación de plaza y plaza.

Los depósitos de líquidos para pequeñas capacidades (hasta 2 metros cúbicos) convendrá también, de ordinario, dadas las pequeñas cargas á que están sometidos, armarlos con tela metálica. Nosotros hemos construido en Madrid buen número de fosos sépticos y pozos Mouras para el tratamiento de aguas residuales, empleando, tanto para las paredes del depósito, como para las tuberías, cemento armado con tela metálica.

## Los tejidos metálicos en las vigas y pilares de hormigón armado.

El peritísimo Ingeniero D. Eugenio Ribera, á quien se debe la construcción de más de 150 obras de hormigón armado en España, emplea, en su sistema patentado de vigas, el tejido metálico para enlazar las dos armaduras con que las constituye. Como puede apreciarse en las figuras 15 y 16, rodea con la tela toda la viga, y forma

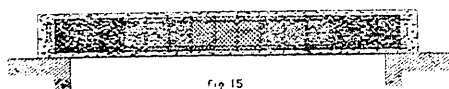


Fig. 15

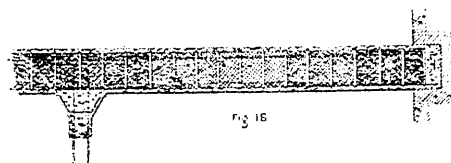


Fig. 16

así una doble celosía á 45°, á cuyos alambres pueden darse los gruesos y la separación que convengan, «distribuyendo sus resistencias con arreglo á la ley de los esfuerzos cortantes, de la misma manera que se hace en los puentes de hierro, es decir, con tejido más fuerte cerca de los apoyos y disminuyendo hacia el centro.» (*Hormigón y cemento armado: Mi sistema y mis obras, por José Eugenio Ribera. Madrid, 1902.*)

El mismo Ingeniero recomienda emplear en los casos en que se toman esfuerzos transversales, una envoltente de tejido metálico, en la forma señalada en la figura 17.



Tanto en pilares como en vigas, sea cualquiera su organización, puede emplearse la tela metálica en sustitución de las uniones de barras, reforzando, si se desea, estas fajas con alambre de 2 á 4 milímetros.

## Los tejidos metálicos como medio de impedir la formación de grietas profundas.

Las grandes superficies de hormigón ó mortero de cemento, expuestas á las inclemencias atmosféricas, se agrietan con facilidad, ocasionando esas grietas, si son profundas, goteras en las azoteas y fugas

de agua en las paredes y revestimientos de canales ó superficies bañadas por el agua. Las juntas de dilatación no resuelven por completo el problema, pues es frecuente que esas grietas se produzcan, á pesar de las juntas, donde existe una diferencia en la calidad de los materiales, en la composición de las mezclas, en la mano de obra, ó en las partes más expuestas á la acción del sol. Para dificultar la formación de tales grietas, ó asegurar en todo caso, cuando menos, que éstas pasen poco de la superficie, resulta muy práctico colocar, próxima á la cara al descubierto, una tela metálica continua unida á la verdadera armadura.

— La figura 18 es un fotograbado del hermoso canal de Puendeluna,

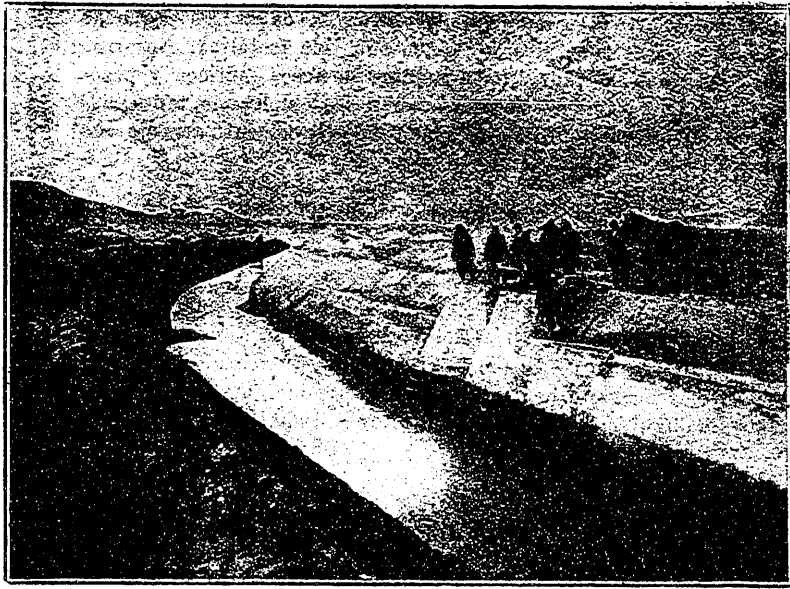


Fig. 18.

construido por la «Sociedad de Fuerzas motrices del Gállego» en Zaragoza, para la utilización del salto de Marrocos.

Mide 13.216 metros, fué construido, por el Ingeniero Sr. Arellano, para que permita el paso de 15 metros cúbicos de agua, y en él existen gran número de trozos de longitudes comprendidas entre 20 y 300 metros, revestidos de cemento armado sistema Monier, complementado con una armadura de tela metálica Riviére muy próxima á la superficie.

#### Los tejidos metálicos como armadura de la piedra artificial.

Por su precio reducido, en comparación de la piedra natural, por la facilidad de su moldeo y colocación en obra, por su gran resistencia y duración, la piedra artificial tiende á emplearse más cada día en la

decoración de fachadas, en las cuales es ya frecuente el empleo de cornisas, frisos y elementos decorativos con grandes vuelos ó salientes. Para reducir peso propio, ahorrar materiales y evitar peligro de desprendimientos, no raros cuando dichas piezas son de yeso, conviene armar todos esos detalles de ornamentación, con lo que se aligeran notablemente y se aumenta su resistencia. Los tejidos metálicos préstanse por completo á tan importante aplicación, que es una de las que ofrecen á tales armaduras más porvenir.

La figura 19 representa el sistema adoptado por la fábrica de pie-

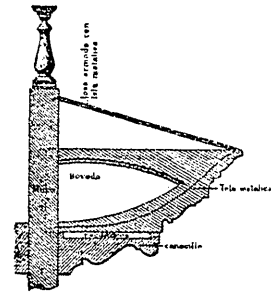


Fig. 19.

dra artificial «La Esperanza» (de Antoni Oliver y C.<sup>a</sup>) de Madrid para la constitución de las cornisas. El empleo de la armadura, complementado con la bovedilla tabicada, permite alcanzar una ligereza extraordinaria sin que padezca nada la resistencia del conjunto.

Combinando la piedra artificial con el tejido Riviére al descubierto, pueden construirse cercas de tan bonito aspecto como la reproducida en la figura 20, modelo presentado en la Exposición regional de Industrias Sevillanas, en 1905, por la casa García Franco y C.<sup>a</sup>.

#### Postes de madera revestidos de cemento armado con tela metálica.

El encontrar un tipo de poste que, á las condiciones de duración, resistencia y ligereza, una la incombustibilidad, escaso coste de mantenimiento y economía, es importantísimo en España para las aplicaciones industriales de la electricidad: transportes de fuerza, tracción, alumbrado, telegrafía y telefonía.

Los postes de madera se pudren rápidamente, los metálicos salen á precio elevado; los de cemento armado resultan más económicos que estos últimos y reúnen la casi totalidad de las condiciones exigidas. De todos los sistemas de postes de cemento armado, el más económico, llenando las condiciones exigidas, es el de alma de madera.

Estos postes constan:

1.º Del alma de madera. 2.º De un hilo de hierro de 4 á 6 milímetros de diámetro que á ésta se arrolla en forma de hélice. 3.º De varillas apoyadas contra la hélice á modo de generatrices. 4.º De una tela metálica Riviére. 5.º De una capa de mortero de cemento que recubre tela y varillas.

Este tipo de poste es de aplicación ventajosísima en España, y ya han comenzado á emplearlo algunas centrales eléctricas.



Fig. 20.