

# HORMIGÓN Y ACERO

NUM. 2 - JUNIO 1934

REVISTA TÉCNICA MENSUAL DE CONSTRUCCIÓN - APARTADO DE CORREOS 151 - TELÉFONO 23394 - MADRID  
DIRECTORES: DON EDUARDO TORROJA Y DON ENRIQUE GARCÍA REYES - INGENIEROS DE CAMINOS  
PRECIO DEL EJEMPLAR: ESPAÑA, PORTUGAL Y AMÉRICA, 3 PESETAS - EXTRANJERO, 4 PESETAS  
SUSCRIPCIÓN ANUAL: ESPAÑA, PORTUGAL Y AMÉRICA, 30 PESETAS - EXTRANJERO, 40 PESETAS

## La teoría de Freyssinet

En este número publicamos la primera parte del original de Freyssinet, en que expone el desarrollo de su interesantísima teoría para explicar los fenómenos de retracción y plasticidad.

Por interesantes que sean en sí los resultados que presenta, no lo es menos el observar la forma en que ha nacido la genial teoría y las características de la persona que la aporta.

No ha sido un teórico investigador de laboratorio indiferente a los problemas prácticos de la obra quien la encuentre; es el ingeniero de gran sentido constructivo, el realizador de obras tan importantes desde todos los puntos de vista como los hangares de Orly y el puente de Plougastel, quien ha venido dedicando, sin embargo, la mayor parte de su actividad y de su entusiasmo al estudio de las características del hormigón, sintiéndose seguramente más orgulloso de estos trabajos que de sus mismas grandes realizaciones constructivas.

Sus investigaciones en laboratorio y en obra arrancan de 1905, y, sin embargo, hasta hace pocos años no empezó a dar cuenta de los interesantes resultados que entreveía, sin atreverse a darlos por suficientemente comprobados.

He ahí dos características dignas de seña-

lar: por una parte, las atrevidas extrapolaciones de sus grandes proyectos encuentran su justificación en la callada labor personal de experimentación, que le permite conocer a fondo las propiedades del material que maneja; por otra parte, la sinceridad del espíritu investigador, que le lleva a no confiarse en resultados inciertos y prematuros, haciendo de la perseverancia la condición fundamental de toda experimentación.

Señalemos también que las leyes establecidas no hubieran podido deducirse nunca de los enmarañados diagramas experimentales de Plougastel, si el genio no hubiera entrevisto primero la teoría, a la que los diagramas sólo servirían de comprobación.

El mérito de Freyssinet ha estado precisamente en establecer, por así decir, el prejuicio de que los fenómenos deberían responder a una determinada teoría, nacida intuitivamente en él, como punto de sus luchas en las obras, y resistir, sin embargo, durante decenios a la tentación de darla por prematuramente comprobada.

HORMIGÓN Y ACERO se ha esforzado en conseguir las primicias de la publicación de su teoría completa, y dará cuenta de las discusiones y correcciones que sobre ella se acumulen, dado el valor revolucionario que ha de aportar sobre la técnica del hormigón.

# Orientaciones sobre cementos y hormigones

---

En la sección de noticias publicamos las conclusiones acordadas en las reuniones de especialistas del hormigón que se celebraron en el pasado mes de mayo en la Escuela de Ingenieros de Caminos como consecuencia del curso de conferencias sobre hormigones dado en esta Escuela.

De su conjunto se destaca en primer lugar la unanimidad que ha existido para la formación de una Comisión de Hormigones y Cementos y de un Laboratorio de Investigación para todos los trabajos referentes a hormigones, patrocinado por el Estado, pero en el que tuvieran intervención también los fabricantes de cemento y los constructores de obras de hormigón.

El tiempo dirá si el Estado se decide a hacerlo y si la organización que se le dé alcanza toda la eficacia que fuera de desear; pero lo que no cabe duda es que todos, técnicos, fabricantes y constructores, debieran interesarse en esta tarea.

No debe ello en modo alguno restar importancia a los trabajos que vienen desarrollando ya algunos laboratorios de otros servicios, de fabricantes, etc., cuya existencia convendría, por el contrario, fomentar también, con lo que su labor serviría de complemento a la de este Centro, que de otro modo podría perder eficacia por una excesiva centralización.

Es verdaderamente lamentable que en España no esté ya funcionando una organización completa, como en otras naciones, cuando la industria del cemento es una de las más avanzadas en nuestra patria y las construcciones de hormigón no tienen nada que envidiar a las de fuera, como no sea precisamente la falta de medios para los estudios y experimentación, que solamente pueden prestar estos laboratorios.

Otro punto muy interesante es la orientación marcada de fijar en los pliegos de condiciones las características del hormigón, no

por su dosificación como se viene haciendo, sino por sus condiciones útiles finales, es decir, por sus resistencias, compacidad, etc. Es una tendencia muy moderna que ya habían empezado a desarrollar algunos ingenieros españoles, y que con la aprobación que representa esta conclusión seguramente se extenderá en plazo breve en beneficio de las obras y de los constructores, redundando al mismo tiempo en una mayor tranquilidad para los técnicos.

Se observa también en esta conclusión la importancia, cada día mayor, que se va dando a los trabajos de experimentación, tanto en laboratorio como directamente en obra, y a la práctica de comprobar las condiciones del hormigón con pequeños laboratorios a pie de obra.

También debe resaltarse la conclusión referente a pavimentos de cemento, por la gran importancia económica que tiene, ya que el seguir la práctica de América y de otros países, intensificando la construcción de carreteras de hormigón, habrá de redundar, en una cuantía bastante importante, en intensificar la producción de las fábricas de cemento, que actualmente sufre una crisis considerable.

En resumen, creemos que la conclusión de todo este curso y de todas estas reuniones tan importantes pueden condensarse en las siguientes líneas: Intensificación de los trabajos de experimentación e investigación sobre hormigones. Definición de los mismos en los pliegos de condiciones por sus características útiles finales, con la correspondiente comprobación de éstas en cada obra, en vez de hacerlo fijando solamente las dosificaciones. Orientación hacia la construcción de carreteras de hormigón.

Seguramente en números sucesivos habrá ocasión de discutir y glosar muchas de las conclusiones, pero no creemos que sobre la orientación general pueda nadie dudar del éxito y de la eficacia de su puesta en ejecución.

# EXPOSICIÓN DE UNA TEORÍA GENERAL DEL FRAGUADO DE CONGLOMERANTES HIDRÁULICOS Y DE LOS FENÓMENOS DE RETRACCIÓN Y DEFORMACIÓN LENTA DE MORTEROS Y HORMIGONES

Por E. FREYSSINET, Ingeniero de Ponts et Chaussées

*El autor explica, con su teoría, los fenómenos de retracción y las anomalías que presentan los coeficientes de dilatación y elasticidad del hormigón relacionándolas con los fenómenos de capilaridad que se producen en el interior de sus finísimos poros y que vienen influidos principalmente por las variaciones de estado higroscópico y térmico a que se somete el material.*

Considero la teoría del cemento como la más importante de mis obras, y como una exposición general de las investigaciones que realizo sobre estas cuestiones sería demasiado larga y quizá un poco prematura, me limitaré a mostrar la utilidad de estas investigaciones, a recordar los puntos de Física general en los que me apoyo y a presentar sumariamente los principios de la teoría y algunas de sus consecuencias.

Esta exposición será, sin embargo bastante larga, por lo que se dividirá en tres partes. En esta primera indicaré los principios generales para llegar a la expresión general del esfuerzo de retracción de los seudosólidos, que aplicaré al estudio de la dilatación de los hormigones. En las siguientes terminaré el estudio teórico, examinaré sus consecuencias y llegaré a la teoría del cemento propiamente dicha. Doy para ello como conocidas mis experiencias sobre la retracción, publicadas en el Congreso de Lieja de 1930.

## INEXACTITUD DE LAS HIPÓTESIS DE LOS REGLAMENTOS ACTUALES

Mi atención se orientó hacia estos problemas desde el principio de mi carrera, debido a una circunstancia que por bien poco no puso fin a ella.

Como Ingeniero encargado de un servicio provincial, tuve ocasión de construir, sobre el río Allier, un puente de tres arcos con luces mayores de 72 m. y rebajamiento del orden de 1/15.

En estas bóvedas bastante atrevidas fué donde utilicé por primera vez el sistema de descimbramiento, aplicando gatos hidráulicos sobre las caras de una junta, método clásico y ya generalizado en la actualidad.

Lleno de confianza en mi ciencia reciente, había estudiado con cuidado las deformaciones de mis bóvedas, y especialmente sus posibilidades de pandeo, según las hipótesis del Reglamento de 1906, que acababa de aparecer, lo que me llevó a proyectar estas bóvedas de tres articulaciones metálicas.

El descimbramiento y las pruebas comprobaron perfectamente las previsiones teóricas y especialmente las relativas a las deformaciones. Pero, algunos meses después, observé algunos cambios de forma progresivos en todas las semibó-

vedas que no podían explicarse ni por valores anormales de la retracción ni por movimientos de los apoyos.

El fenómeno se produjo como si el módulo elástico del hormigón se redujera progresivamente hasta una fracción pequeña de su valor inicial o, lo que es lo mismo, como si la retracción tomara valores muy elevados pero proporcionales a las cargas. Sin embargo, los experimentos en la prensa probaban que este mismo hormigón, ejecutado con cuidado minucioso y buenos materiales, adquiría resistencias excelentes y aun extraordinarias para la época, alcanzando con exceso  $400 \text{ kg/cm}^2$  a los 90 días, con tendencia al aumento.

El módulo de Young sobre probetas aumentaba regularmente con el tiempo.

Pero por efecto del descenso inexplicable de este módulo, a pesar de las resistencias del hormigón, muy superiores a las previstas, parecía que llegaría a faltar al cabo de algún tiempo la resistencia al pandeo de las bóvedas, aunque en teoría eran sobradamente resistentes y en la práctica completamente satisfactorias en el momento de las pruebas, que habían sido muy duras y muy completas, probando sin error apreciable la exactitud de los cálculos. La ley de las deformaciones de las bóvedas en función del tiempo anunciaba claramente un próximo hundimiento de la obra.

No tardé en tomar una decisión tan pronto como me dí cuenta de lo que ocurría. Dispuse nuevamente los gatos hidráulicos y levanté las claves de las bóvedas, llegando hasta 13 cms. en los arcos laterales, después de lo cual, rellenando de hormigón el espacio entre los apoyos y las articulaciones de la clave, impedí la continuación del movimiento de pandeo, devolviendo a las bóvedas su estabilidad. Sin embargo, estas medidas no hicieron desaparecer las deformaciones adquiridas, que todavía son visibles en las fotografías de la obra.

En una segunda obra, idéntica, para cuyo proyecto tuve en cuenta los datos proporcionados por la experiencia de la primera, no ocurrió ningún incidente. Se comprende así fácilmente que una aventura de tal naturaleza me haya persuadido definitivamente de la necesidad de comprobar el origen de las hipótesis fundamentales, aun cuando éstas sean universalmente admitidas sin discusión, ya que una aceptación unánime no mejora nunca el valor de una experiencia mala.

De lo que antecede resulta que el Reglamento francés de 1906 y, después de éste, los demás que más o menos son copia del mismo, pueden conducir a preferir obras completamente inestables, incluso con posibilidades de hundimiento, a otras formas de obras muy estables y menos costosas, porque admite un postulado fundamental radicalmente falso. Esto es, que el hormigón posee, como el acero, un módulo elástico y un coeficiente de dilatación térmica constantes y determinados de una vez para siempre e independientes de la duración de la aplicación de las causas, de las variaciones físicas del medio y de la intensidad de las cargas, y que sus deformaciones lentas son independientes a la vez de las cargas y de la temperatura.

Ahora bien: el examen más superficial de los hechos corrientes anula categóricamente estas hipótesis. Es imposible conciliarlas con la existencia de obras enlazadas en varios puntos a macizos fijos; por ejemplo, a grandes cimentaciones; es sabido que tales obras son muy abundantes y se comportan bien tomando previamente algunas precauciones. Aplicados a la letra los Reglamentos ac-

tuales, en lo que se refiere a los efectos de la retracción y de las dilataciones, sería imposible ejecutar la mayoría de las obras de hormigón armado existentes.

Es importante conocer el origen de un error que se intenta destruir. La Comisión del hormigón armado, colocada frente a un problema muy complejo y completamente nuevo, y provista de ideas de la resistencia de materiales, ciencia formada por el estudio de las estructuras metálicas, supuso, *a priori*, ciertas leyes de deformación de los hormigones calcadas de los postulados de las teorías elásticas corrientemente aplicadas a los metales y condujo sus experimentos de tal manera que no resultaron confirmadas ni negadas las hipótesis previas, sino dejadas fuera de discusión. Por ejemplo, las deformaciones lentas del hormigón resultan de equilibrios complicados que dependen de numerosos parámetros.

La Comisión no ha considerado en sus experimentos nada más que una sola variable, el tiempo; y no ha consagrado a este problema más que cuatro ensayos, limitados a un reducido número de medidas, que han conducido a resultados que se representan por las curvas A que se indican en la figura adjunta.

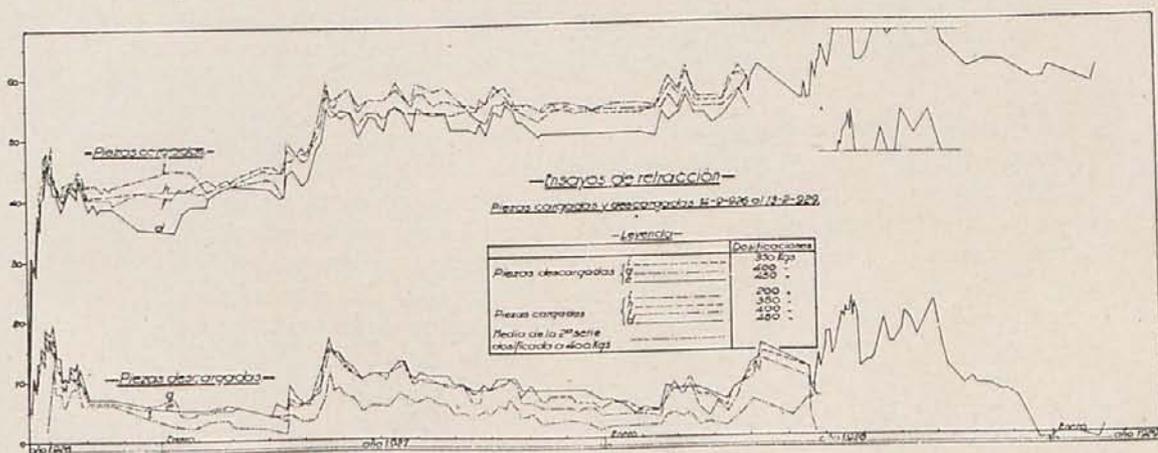


Fig. núm. 1

Las verdaderas leyes son completamente distintas, como, por ejemplo, las curvas experimentales deducidas en Plougastel, cuyas mismas formas se han obtenido en Estocolmo. En estos experimentos se han hecho millares de lecturas y se han registrado los efectos del tiempo, de la dosificación, de las cargas y de numerosas variaciones de la temperatura y del estado higroscópico.

Dándome cuenta de las lagunas del trabajo experimental de la Comisión del hormigón armado, me consagué al estudio de las deformaciones del hormigón y realicé entre 1905 y 1914 largas series de experimentos referentes de un modo principal al registro de las variaciones de las flechas de una bóveda de ensayo de 50 m.

Sus resultados demuestran claramente lo equivocado de las hipótesis del Reglamento de 1906. En particular aclaran el fenómeno de la variabilidad del coeficiente de dilatación de los hormigones, actualmente demostrado en absoluto; sin embargo, no he conseguido hacerlas aceptar oficialmente.

En su curso de hormigón armado, M. Mesnager se refiere a ellas en una breve alusión; pero no pudiéndolas poner de acuerdo con los conceptos de la Co-

misión de hormigón armado, atribuye sus resultados a errores de experimentación.

Después de la guerra seguí mis investigaciones según un programa muy intenso. Utilizando en 1917 la vibración mecánica para el apisonado de los hormigones en superficies curvas de hormigón armado extremadamente delgadas, con elevadas cuantías de armaduras finas, observé la enorme transformación de sus propiedades mecánicas que se podía obtener por este procedimiento. Mis observaciones me condujeron a la hipótesis de que, para los hormigones, lo mismo que para los metales, las propiedades mecánicas son función de la disposición física de sus elementos, y que la constitución química no desarrolla en ellos más papel que en cuanto interviene para modificar esta disposición; de donde deduje la consecuencia de que es posible transformar totalmente las propiedades de los hormigones por tratamiento puramente físico independiente de los perfeccionamientos en la fabricación del cemento.

#### DIFICULTAD DE TODO ESTUDIO EXPERIMENTAL REFERENTE A LOS HORMIGONES. NECESIDAD DE UNA TEORÍA FÍSICA DEL CEMENTO

Estaba dispuesto, por lo tanto, a acometer un estudio de conjunto, tan completo como me fuera posible, de las propiedades de los hormigones, pero tal estudio tenía dificultades considerables. Una primera dificultad de toda investigación experimental referente al hormigón proviene del número increíble de parámetros que, ya por la voluntad del experimentador, ya aparte de ella, pueden modificar el estado físico de un elemento de hormigón. Un gran número de estos factores depende de su composición, naturaleza y dosificación de los aglomerantes; de la dosificación de agua, proporción en ésta de sales disueltas u otras materias catalizadoras, retardadoras o alteradoras de las reacciones, su *pH*, su viscosidad, además de las propiedades químicas y físicas de los agregados, sus diferentes características según su tamaño, forma, naturaleza y estado de sus superficies.

Existen, además, los factores físicos del medio, modalidades y variaciones de la temperatura, del estado higroscópico, del estado eléctrico, de la presión; los factores referentes a la forma y dimensiones de los elementos, a la cuantía del acero y a la repartición de las armaduras; los factores de fabricación; las modalidades y el grado de apisonado; las diversas circunstancias del encofrado; la influencia de los moldes; la naturaleza, forma y preparación de las superficies y de sus propiedades mecánicas; la duración y las condiciones de su contacto con el hormigón, sus métodos de colocación y desencofrado.

Además, influyen las condiciones de conservación de las probetas; momento y condiciones del desencofrado; condiciones mecánicas impuestas al hormigón, anterior o simultáneamente a los experimentos, bien de un modo voluntario o fortuito; variaciones de los medios de conservación, etc., etc.

Cada uno de los términos de esta enumeración, aun incompleta, presenta no solamente algunas variables, sino un número ilimitado de posibilidades distintas; de manera que hay tantas probabilidades de fabricar dos elementos de hormigón idénticos como de encontrar dos seres vivos que lo sean. Las dificultades que resultan de este gran número de variables aparentes se aumentan

aún por la circunstancia de que, aun supuestas definidas perfectamente y fijadas por la experiencia todas las variables que puedan considerarse, quedan además las propiedades físicas de un mismo elemento de hormigón, que varían continuamente y no pasan nunca dos veces por el mismo estado.

El hormigón es muy heterogéneo. Comprende elementos del árido dotados de propiedades físicas muy diferentes de las de la pasta fina, a la cual se adhieren en toda la extensión de su superficie.

Resultan, como consecuencia de las transformaciones del sistema, tensiones internas que tienden a provocar deslizamientos a lo largo de las intersuperficies pasta árido. Los deslizamientos son transformaciones irreversibles y no proporcionales a las fuerzas que los determinan; los equilibrios en que intervienen resultan de condiciones no de igualdad, sino de desigualdad. Se realizan al modificarse bruscamente en cantidades finitas las tensiones internas del sistema en el cual se producen, siempre que las desigualdades que las determinan se verifiquen.

Se puede tomar como ejemplo un peso colocado en una pendiente, colgado por medio de un resorte que pende de un tornillo y su tuerca sujetos al terreno.

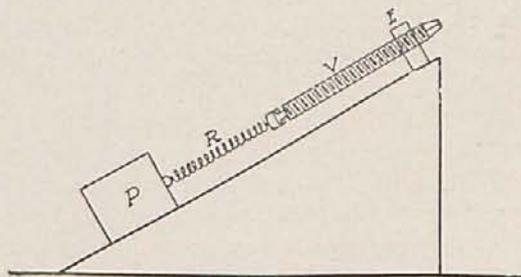


Fig. núm. 2

Si se actúa sobre el tornillo de manera continua el peso subirá a golpes bruscos. En las condiciones de desigualdad, en el tiempo  $t$  figuran los valores de las tensiones en este instante, y estos valores son variables según los deslizamientos realizados en las transformaciones anteriores del sistema, entre cero, si acaba de producirse un deslizamiento, y el máximo necesario para ocasionar un nuevo deslizamiento.

Existe prácticamente, en toda medida referente a una pieza de hormigón, un elemento que depende de los estados anteriores sucesivos del sistema; en la práctica casual, puesto que es imposible remontarse a sus causas, y en el caso de nuestro resorte, es el valor de la tracción adquirida al principio del experimento. Además, si se invierte el sentido de un esfuerzo no resulta de ello una deformación igual y contraria.

En realidad, la irreversibilidad de las deformaciones y el valor de la casualidad en las variaciones de las propiedades físicas no son especiales únicamente del hormigón; son propiedades muy generales del estado sólido, que se han estudiado mucho para los metales bajo el nombre de histéresis. Pero estos fenómenos son mucho más irregulares e importantes en el hormigón que en los me-

tales, puesto que el grueso de los elementos con relación a las probetas es más grande, y porque las diferencias de las propiedades entre sus diferentes elementos constructivos son en él más acusadas. Lo que es privativo del hormigón no es, pues, el fenómeno de histéresis en sí; lo es su orden de magnitud y sobre todo su irregularidad. A sus efectos se añade otra causa muy importante de la variación espontánea de sus propiedades, característica del hormigón: es la diferencia que existe entre sus características a la tracción y a la compresión. Esta diferencia lleva como consecuencia que en toda variación alternada de las cargas más allá de un cierto mínimo, se determina una deformación permanente en el sentido de la menor resistencia; es decir, una dilatación que puede tomar valores mucho más grandes que los efectos de los fenómenos que se trataba de observar. En otros términos, los ciclos de histéresis se desplazan constantemente en el sentido de las dilataciones. Las variaciones de temperatura diaria bastan a dar a este efecto una gran importancia.

Consideremos un prisma sometido a desecación. La zona externa, al secarse más de prisa que la interior, queda sometida por retracción a tensiones, y la zona interna a compresiones, y la experiencia demuestra que estas tensiones son en general bastante fuertes para provocar una deformación plástica de la zona exterior. Pero a continuación, al avanzar la retracción hacia el interior, se encuentra limitada por la deformación permanente de la zona externa, que no puede cambiar de sentido más que por compresiones 10 a 12 veces más fuertes que las tensiones que la han creado.

La zona interna se encuentra, pues, sometida a su vez a tracciones, a menos que su sección no sea muy superior a la de la zona externa (lo que es excepcional en las probetas de ensayo); las tracciones citadas alcanzan las cargas de deformación plástica y crean una dilatación permanente antes de que las compresiones sufridas por las zonas externas hayan destruido su deformación anterior. El bloque habrá, por tanto, aumentado de volumen en su conjunto de una manera permanente, y es fácil de observar que si sucede a la desecación una rehidratación, dará lugar a efectos idénticos y en el mismo sentido. Aumentará de volumen, primero, la zona externa, lo que crea en la interna alargamientos permanentes; después, el aumento de volumen del centro produce a su vez en la zona externa otra deformación plástica, y así sucesivamente.

En las piezas de pequeñas dimensiones y dosificación elevada expuestas a cambios termohigroscópicos perpetuos de la atmósfera, este aumento de volumen progresivo toma a la larga valores tan importantes que acaba por borrar todos los demás fenómenos. Esta es una de las causas principales de los extraños resultados, a veces incoherentes y contradictorios, de la mayor parte de los ensayos referentes a la retracción, que han llevado a ciertos autores a la conclusión de que es independiente de la dosificación o que decrece cuando ésta aumenta. Yo mismo he realizado ensayos que no corregidos proporcionarían resultados de este orden perfectamente absurdos. Naturalmente que una carga inicial igual aproximadamente al 45 por 100 de la compresión correspondiente a la iniciación de la deformación plástica, suprime el fenómeno destruyendo sus causas. Una compresión más fuerte cambia el sentido, y así he llegado, gracias a estas observaciones, a aislar y a corregir mis experimentos y a obtener resultados experimentales sobre la influencia de la dosificación en la retracción en armonía con el buen sentido.

Estas observaciones demuestran lo delicado de la interpretación de todo ensayo referente al hormigón. Se encuentra uno perdido en un laberinto de influencias distintas, cuyo origen escapa a menudo a las observaciones más cuidadosas, y en el que es imposible discernir y discutir si no se va guiado por hipótesis directoras, susceptibles de permitir la previsión de los fenómenos. Este es el método general de las ciencias físicas, cuyos ejemplos de eficacia abundan cada día más en el dominio industrial.

El más interesante lo proporciona la metalurgia. ¿Dónde estaría ésta si no fuera por los métodos de introspección de los metales, como la metalografía y los medios de medida cada día más perfeccionados de las diversas propiedades de los metales?

Puede decirse que la introducción de los medios y de las teorías de la Física en los laboratorios metalúrgicos es la causa directa de todo el desarrollo industrial moderno.

La razón esencial de la utilidad de las teorías físicas es que permiten deducir la forma de las leyes y el valor de sus diferentes variables y sus relaciones; los experimentos referentes al problema estudiados no sirven más que para determinar los coeficientes de leyes de forma conocida, tarea infinitamente más sencilla que la busca por tanteos de la forma de leyes complicadas ligadas a millares de factores; la experimentación no responde bien más que a cuestiones bien concretas.

Si los experimentos sobre la retracción que comencé en Plougastel en 1927 me han dado desde el principio resultados generales tan importantes, es porque los había dispuesto para comprobar la hipótesis, nacida de las reflexiones anteriores, de que el estado mecánico del hormigón tiene en los fenómenos de retracción un valor preponderante. Al comprobar de un modo completo con la experimentación esta primera idea y demostrar que la deformación lenta del cemento resulta de un equilibrio entre las fuerzas exteriores y las internas, ligado a las condiciones del medio, comencé nuevos ensayos para comprobar la hipótesis más precisa de la proporcionalidad entre las cargas y una parte de la retracción. Esta nueva hipótesis ha sido casi comprobada por los ensayos que he realizado entre 1926 y 1929, pero me quedaba todavía por explicar numerosas singularidades de las curvas experimentales, además de aparentes divergencias entre mis diferentes resultados, y entre éstos y los del Ingeniero inglés Oscar Faber, de los que tuve conocimiento al principio de 1929. Yo tenía la idea de que solamente una teoría mecánica de la retracción podría permitirme sacar todo el partido posible de los resultados experimentales obtenidos.

#### INTRODUCCIÓN DE LAS TEORÍAS DE LA FÍSICA MOLECULAR Y DE LA ENERGÉTICA EN LOS ESTUDIOS REFERENTES AL HORMIGÓN

Al contener los hormigones agua y aire, me ha parecido que sus propiedades mecánicas deberían determinarse principalmente por los fenómenos capilares. Debo declarar que mis conocimientos en esta materia son muy superficiales; yo soy constructor y no físico; pero convencido de que encontraría en ellos la clave de mis problemas, me he procurado un poco de cultura sobre la capacidad capilar y los fenómenos moleculares.

He comprobado, después de este estudio de las leyes de la física molecular y de la termodinámica, que con ellas se podrían encontrar muy fácilmente las leyes de la deformación de los hormigones, que yo acababa de encontrar experimentalmente, e igualmente proporcionarían los medios de introspección del cemento, susceptibles de reemplazar los microscopios de los metalúrgicos, enteramente ineficaces en presencia de detalles estructurales, cuyas leyes termodinámicas fijan sus dimensiones en algunos diámetros de moléculas de agua, lo que significa un orden de magnitud de millonésima de milímetro.

He podido deducir de ello, casi inmediatamente, numerosas consecuencias comprobables, y desde 1929 he hecho varias exposiciones públicas de una teoría sobre este asunto, principalmente en la Escuela de Ingenieros de Lausanne y en una reunión de la Asociación Internacional para el ensayo de materiales. Estas exposiciones han sido objeto de numerosas observaciones, principalmente de los Sres. Le Chatelier y Mesnager, de las que he sacado gran partido, por lo que me complazco en expresar mi gratitud a sus autores.

Mi teoría comprende dos partes distintas. La primera es una continuación de las consecuencias lógicamente deducidas de las leyes físicas clásicas. No es otra cosa que un conjunto de teoremas de termodinámica, no apoyándose en otra hipótesis que la definición de los medios a los que se aplican. Esta teoría, muy general, es válida para todos los cuerpos que tengan la apariencia exterior de cuerpo sólido, pero conteniendo vacíos interiores que puedan contener gases y líquidos; yo llamo a estos cuerpos los seudosólidos, que son muy numerosos, y el cemento no es más que un caso particular de ellos.

En la segunda parte, para acercarme más a los fenómenos propios de los cementos, introduzco hipótesis nuevas, siendo la principal la de M. Le Chatelier, relativa a la mecánica del fraguado del cemento. Todas mis deducciones se apoyan sobre una numerosa serie de hechos que rara vez utilizan los ingenieros. Por ello recordaré previamente los principios que son el punto de partida de mis teorías, utilizando como guía la teoría molecular, que proporciona imágenes cómodas para una exposición que se dirige sobre todo a gente práctica.

Pero hay que aclarar que yo no veo en esta teoría nada más que un medio de presentación, ya que los hechos en que me apoyaré son resultados experimentales de valor independiente a toda teoría; se los podría igualmente presentar, tanto utilizando la noción de potencial termodinámico y los métodos de la energética.

#### RECUERDO DE ALGUNAS NOCIONES RELATIVAS A LAS PROPIEDADES GENERALES DE LA MATERIA

Los físicos conciben actualmente la materia como constituida por moléculas, grupos a los que está unida la apariencia química, y formados por átomos, que son a su vez sistemas infinitamente complicados. Las moléculas, a pesar de la complejidad y de la infinita variedad de su estructura, poseen propiedades comunes, cuya representación matemática es sencilla, lo que permite establecer construcciones teóricas extensas, en que las propiedades complejas constituyen una representación prácticamente satisfactoria de las numerosas propiedades de

los cuerpos reales, principalmente de las propiedades termomecánicas que interesan más especialmente a los Ingenieros.

En este sistema de representación, y sin prejuzgar en nada las formas reales de las moléculas, que desconocemos, se las representa como esferas que no pueden penetrarse, cuyo diámetro es del orden de dos a tres diezmillonésimas de milímetro (exactamente para el agua 2,6), y que se atraen entre sí proporcionalmente al producto de sus masas, siguiendo una ley de distancias muy rápidamente decreciente, y cesando su acción a una distancia muy pequeña.

Se llama radio de actividad molecular la distancia a partir de la cual la atracción recíproca de dos moléculas cesa de ser sensible.

Las moléculas deben suponerse animadas de velocidades muy elevadas, en que la media es una función de la temperatura para un cuerpo homogéneo. Las velocidades individuales son muy variables de una molécula a otra y para una misma molécula con el tiempo.

Para todos los cuerpos existe una temperatura crítica, por encima de la cual la energía cinética de las moléculas es capaz de proyectarlas fuera del radio de actividad de las moléculas próximas, y ello por muy próximas que puedan estar por efecto de una compresión que se ejerza sobre el cuerpo.

Las moléculas siguen entonces trayectorias rectas, excepto las desviaciones debidas a encuentros con otras moléculas, y ejercen sobre los cuerpos con los que están en contacto un choque (bombardeo) continuo que determina una presión función del volumen y de la temperatura.

El estado gaseoso es el único posible por encima de la temperatura crítica; por debajo de esta temperatura existe también cuando la presión exterior que se ejerce sobre el cuerpo es bastante débil. Para presiones más fuertes, las moléculas llegan a un estado de equilibrio estable en el cual sus distancias medias quedan fijas mientras la presión y la temperatura no cambian. El cuerpo es entonces líquido o sólido.

Bajo estas dos formas, la materia posee una propiedad universal: la cohesión. Podemos considerarla como resultante de la tracción recíproca de las moléculas, y depende de la diferencia entre la temperatura actual y la temperatura crítica (puesto que la cohesión se anula a ésta), de la densidad y de las dimensiones de las moléculas. La cohesión tiende a mantener invariable la distancia media de las moléculas por un equilibrio entre su energía cinética, que tiende a liberarlas, y las fuerzas exteriores, que tienden a acercarlas o a separarlas. El movimiento de las moléculas se reduce entonces a una vibración, tanto más energética cuanto que la temperatura es más elevada.

Si las sollicitaciones exteriores isotrópicas tienden a aproximar o a separar las moléculas sin provocar su desplazamiento relativo por deslizamiento, la cohesión basta para asegurar el equilibrio, tanto si el cuerpo es sólido como si es líquido, tanto si se trata de compresión como de tracción, siempre que ésta sea inferior a un valor límite que corresponde a la rotura del cuerpo por pérdida de cohesión.

Pero en el caso de tracciones el equilibrio no es estable más que en condiciones no satisfactorias en general en un líquido tomado en gran cantidad. De aquí esta idea verdaderamente práctica, pero inexacta mientras no se trate de representación general de hechos, de que los líquidos no resisten a tracción. Los líquidos resisten perfectamente a tracciones muy elevadas, con la condición ge-

neral de que sean isotropas, y bajo condiciones particulares de estabilidad, de que hablaremos ahora.

La diferencia entre los líquidos y los sólidos es que en los primeros no existe la menor resistencia a los esfuerzos no isotropos, pero para todos los cuerpos existe esa resistencia con determinados valores de la temperatura y de la presión. Si la resistencia es una función de las velocidades de desplazamiento relativas de las moléculas, sin término constante, el cuerpo es un líquido viscoso; si hay un término constante, el cuerpo se llama sólido. Es un sólido perfecto si la resistencia al deslizamiento es tal que éste no se produce antes de la pérdida de la cohesión.

La cohesión llega en los sólidos a valores muy elevados, pero no sabemos utilizarla más que una pequeña parte. No sabemos aún siquiera medirla. Por paradójico que parezca, los cuerpos no poseen una resistencia a tracción importante y cierta más que en cuanto participan de las propiedades de los líquidos. Un sólido perfecto no posee ninguna resistencia a la tracción.

En efecto, si antes de la rotura es imposible todo deslizamiento de moléculas, la menor irregularidad de forma o de estructura es bastante para introducir enormes irregularidades en la repartición de tensiones. La rotura se produce bajo cargas medias inferiores a la cohesión, al tender hacia el infinito, en numerosos casos, el aumento local de las cargas, y al ceder la materia en los puntos de carga máxima. Si, por el contrario, los deslizamientos son posibles, se regularizan así los esfuerzos en la materia, pero entonces el cuerpo se deforma y se rompe de modo distinto a como se rompería por sobrepasar el límite de cohesión. Sin embargo, los deslizamientos de los sólidos son generalmente limitados, y en el momento en que cesan se aproximan un poco a las condiciones de rotura por pérdida de cohesión. Se puede deducir de los valores de la cohesión que no es preciso considerarlos más que como mínimos bastante lejanos.

Los desplazamientos por deslizamiento dependen del factor tiempo, y se los puede eliminar en los experimentos por esfuerzos de rotura extremadamente bruscos. Estos son los ensayos de *resiliencia*, pero que no permiten evitar las causas de error que se han señalado.

Es probable que los valores absolutos de la cohesión se eleven para los metales pesados de alto punto de fusión al orden de toneladas por milímetro cuadrado.

Se ha intentado medir la cohesión de los líquidos, y la experiencia demuestra que si no se les somete a ningún esfuerzo cortante pueden resistir sin rotura tracciones enormes.

El ilustre químico Berthelot ha hecho el siguiente experimento: Una bola de cristal muy sólida y llena de agua, eliminado el aire por una ebullición prolongada, se cerró a la lámpara, dejando dentro un espacio lleno de vapor. Se calentó lentamente el líquido, que por dilatación pasó a ocupar todo el espacio vacío; al enfriarlo, el espacio libre no apareció, y el líquido quedó adherido al vidrio; y es que aumentó de volumen, evidentemente, por el efecto de una tracción isotropa, fácil de deducir por los datos de la experimentación, con la que pueden alcanzarse tracciones del orden de centenas de Kg/cm<sup>2</sup>. Pero si una sola burbuja gaseosa apareciera en el líquido, habría rotura de éste y reaparición inmediata del espacio libre.

Ahora veremos que el radio de la burbuja debe exceder de un cierto mínimo, función de la tracción que es preciso destruir.

La rotura, en el experimento de Berthelot, está, pues, ligada a otra causa distinta del valor de la cohesión, y no puede dar más que mínimos alejados de ésta.

Existe una propiedad mecánica en evidente relación con el valor de la cohesión, que es fácil de medir; es el módulo de Young.

Tratamos de él para indicar que, en los cuerpos sólidos homogéneos corrientes, la relación  $\frac{\text{módulo de Young}}{\text{densidad}}$  es poco variable. Ejemplos: Todos los me-

tales ferruginosos homogéneos,  $\frac{210}{8} = 26,2$ . Aluminio y metales ligeros,

$\frac{65}{2,7} = 24,1$ . Vidrios y silicatos,  $\frac{55}{2,4}$  a  $\frac{65}{2,7} = 23$  a 26. Fibras rectas de

celulosa,  $\frac{10}{0,40} = 25$ .

Además, los módulos de Young son independientes de la duración de la carga y del valor de ésta.

Por consecuencia, si en ciertos cuerpos hallamos para cocientes de sus módulos elásticos a sus densidades unos números muy inferiores a la media 25, y variables, debemos deducir que estos cuerpos son discontinuos, a la manera de una pila de arandelas Belleville muy planas, lo que constituye un ejemplo de un cuerpo de densidad elevada y de módulo de Young muy bajo.

El cemento entra en esta categoría; su módulo de Young, siempre pequeño, varía mucho bajo diferentes influencias.

En contra de una opinión muy extendida, la compresibilidad de los líquidos es muy elevada y muy superior a la de los sólidos. La compresibilidad del agua líquida es cerca de 900 veces más grande que la del acero, según los ensayos de Amagat.

#### FENÓMENOS SUPERFICIALES

Se llega con esto al estudio de una serie de fenómenos muy importantes y que han sido objeto de estudios considerables por parte de los físicos, pero poco conocidos de los constructores, aunque intervengan de modo fundamental, desde numerosos puntos de vista, en los problemas que les interesan.

Estos fenómenos pueden englobarse bajo el nombre general de fenómenos de superficie.

El efecto de las atracciones moleculares dentro de la masa de un cuerpo homogéneo e isótropo es el de crear en él una presión interna, que para los líquidos prácticamente homogéneos tiene un valor determinado igual al valor de la cohesión, salvo el caso de cargas exteriores. Pero al acercarse a la superficie, a una distancia inferior al radio molecular, esta presión disminuye y las primeras capas de moléculas están sencillamente aplicadas contra la superficie por su propia atracción.

Existe, pues, en la superficie de todo cuerpo, y principalmente de todo líquido, una zona superficial en que la presión sufrida por el cuerpo es menor;

en ella, la libertad de las moléculas es más grande, su ajuste menos estrecho, y su densidad más débil. La capa superficial de los líquidos, y más generalmente la intersuperficie de dos cuerpos cualesquiera, es asiento de fenómenos muy importantes.

Laplace ha demostrado que la ley de atracción de las moléculas lleva consigo, partiendo de la disimetría resultante de la presencia de una intersuperficie, la creación en ésta de un estado de tensión uniforme, llamado tensión superficial, que tiende a reducir al mínimo la superficie. Más generalmente, en todo sistema el equilibrio es estable cuando el potencial de las energías superficiales es mínimo.

Numerosas experiencias han comprobado la existencia y la uniformidad de esta tensión en toda superficie límite de un líquido en contacto con un gas, con otro líquido o con un sólido.

Esta tensión superficial varía, para los líquidos puros, con la temperatura y la naturaleza de aquéllos, según una función de la densidad, de los volúmenes moleculares y de la diferencia de la temperatura crítica sobre la temperatura considerada.

Cuando los líquidos no son puros, bien en su masa, bien en su superficie, principalmente cuando ésta se halla contaminada por algunas impurezas, la tensión superficial puede descender notablemente; basta para ello de ínfimas cantidades de materia, constituyendo espesores del orden de algunos diámetros moleculares.

Se ha intentado medir el espesor de la zona en la que las tensiones superficiales tienen lugar, y que, según la teoría de Laplace, es igual al radio de actividad molecular. Con ese fin, los físicos han estudiado las propiedades de las capas líquidas muy delgadas con espesores del orden de la diezmilésima de milímetro. La experimentación demuestra que existen dos capas superficiales separadas por una lámina que posee las propiedades normales del líquido en masa.

Pero con el agua se pueden conseguir láminas todavía más delgadas. Se han observado láminas estables de seis millonésimas de milímetro solamente, cuya tensión total es, por lo menos, igual a la de las láminas más gruesas. En ellas no hay agua en el estado líquido normal, y del estudio de sus propiedades se deduce la existencia de láminas inestables de tensión más elevada, cuyo espesor es de algunos diámetros moleculares solamente.

Estos resultados nos van a dar un orden de magnitud de las tensiones paralelas a la superficie que existen en un líquido en las proximidades de una superficie libre. La tensión de la intersuperficie agua-aire es a  $10^6$  de 8 mm. G por milímetro; la de una lámina delgada es doble, y, por consiguiente, en una lámina del orden de una decena de moléculas de espesor, la tracción alcanzaría un valor medio de 600 Kg/cm<sup>2</sup>.

La cohesión del agua, superior al máximo correspondiente a esta media, es, por tanto, indudablemente del orden de millares de Kg/cm<sup>2</sup>; es, sin duda, considerable, aunque muy inferior a la de los metales pesados, que se expresa en millares de Kg/cm<sup>2</sup>.

Decir que un líquido moja un sólido significa que la atracción recíproca de las moléculas sólidas y líquidas es superior a la atracción de las moléculas líquidas entre sí. La ley del mínimo de energías superficiales implica entonces una

extensión del líquido sobre el sólido, en capa infinitamente delgada, que hace absolutamente cuerpo con el sólido. Resulta de ello que si el líquido está sometido a una tracción, la transmite íntegramente a los sólidos que moja. A esto se llega en el experimento de Berthelot, en el que el agua actúa sobre el vidrio a una carga que se cifra en centenas de Kg/cm<sup>2</sup>, y ésta es la explicación de las propiedades de las soldaduras.

#### FENÓMENOS CAPILARES

Cuando se introduce un líquido en un intersticio estrecho, su superficie libre toma la forma de una superficie de curvatura constante, en la que la suma de las inversas de los radios de curvatura principales es constante. Si las paredes están mojadas, esta superficie es cóncava hacia el interior y se enlaza tangencialmente a las paredes, o más exactamente a la capa líquida que se adhiere a éstas. Si el intersticio es de revolución, la superficie es una semiesfera. Si es una lámina de paredes planas, la superficie es un cilindro de radio  $\frac{D}{2}$ , siendo  $D$  el espesor del intersticio. Esto es una consecuencia evidente de la uniformidad de la tensión superficial.

La tensión de esta superficie ejerce una tracción sobre las moléculas interiores y crea un estado de tracción isotropa en el líquido, transmitido a las paredes sólidas por un mecanismo análogo al que existía en el experimento de Berthelot. En otros términos, se establece una diferencia de presión entre las dos caras del menisco que disminuye la presión interna. La expresión de esta diferencia de presión es:

$$\pi = A \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

siendo  $R_1$  y  $R_2$  los radios de curvatura principales del menisco. Esta es la fórmula de Laplace, que se aplica a toda intersuperficie, de cualquier clase que sea, líquido-gas o líquido-sólido.

En un pequeño intersticio laminar mojado de espesor  $D$ ,  $\pi = \frac{2A}{D}$ . En un canal tubular de diámetro  $D$ ,  $\pi = \frac{4A}{D}$ .

Si  $D$  es muy pequeño,  $\pi$  puede tomar valores considerables.

La ley de Laplace da inmediatamente la condición para que una tracción ejercida sobre un líquido dé lugar a un equilibrio estable, aun en presencia de moléculas gaseosas.

Si  $\pi$  es el valor de la carga de tracción considerada, el equilibrio es estable indefinidamente si el líquido está contenido en canales en los que moje sus paredes, de dimensiones tales que no pueda en ellos formar meniscos para los cuales  $\frac{1}{R'_1} + \frac{1}{R'_2}$  sea más grande que  $\frac{\pi}{A}$ .

En efecto, si el equilibrio se rompiera, se formaría una superficie libre; pero, según las condiciones impuestas, el esfuerzo ejercido por la superficie sobre el

líquido sería superior a  $\pi$ . El equilibrio se desplazaría, por tanto, en el sentido de cierre de la burbuja supuesta.

En consecuencia, un líquido contenido dentro de canales o intersticios de forma cualquiera, pero muy pequeños, resiste de manera estable y permanente a una carga de tracción tan bien como un cuerpo sólido y la transmite a las paredes. El límite de esta tracción es tanto más elevada cuanto que los canales son más pequeños. Si el líquido no mojara el cuerpo, el fenómeno sería inverso, siendo preciso ejercer sobre un líquido, para hacerlo penetrar en los canales de un cuerpo poroso que no moje, una presión tanto más grande cuanto aquéllos sean más estrechos.

Para simplificar el lenguaje llamaremos espesor de intersticio a la cantidad,

$$D = \frac{2}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}},$$

que es el espesor de un intersticio de caras paralelas, equivalente, desde el punto de vista de las condiciones de estabilidad citadas, al intersticio considerado. Según esto, la ley de Laplace se escribe:

$$\pi = \frac{2 A}{D}.$$

#### FENÓMENOS DE SOLIDIFICACIÓN PROGRESIVA POR LAS LIMITACIONES SUPERFICIALES

Se ve que toda limitación impuesta al movimiento de las moléculas líquidas por las condiciones de la superficie, bien se trate de superficies libres ordinarias o de láminas delgadas de intersticios sólidos estrechos que se llenen, o de un cuerpo sólido que se moje, aproxima las propiedades normales de los líquidos de las de los sólidos. En canales muy pequeños la resistencia al deslizamiento aparece, en primer lugar, por la lentitud con que se realizan los deslizamientos característicos del estado líquido en intersticios muy pequeños (1); y además, como se demostrará más adelante, debido a las condiciones particulares de estabilidad, ligadas a desigualdades, que introducen fenómenos irreversibles y verdaderos hechos de histéresis, completamente semejantes a las propiedades características del estado sólido.

No hay, por tanto, ninguna diferencia entre las moléculas líquidas privadas de su movilidad por condiciones de superficie y las moléculas sólidas; yo creo que la misma compresibilidad se modifica y se aproxima a la de los cuerpos sólidos, para los líquidos contenidos en intersticios muy estrechos.

(1) Extrapolando la ley de Poiseuille, se encuentra una velocidad de un centímetro en cincuenta años bajo un Kg/cm<sup>2</sup> y por centímetro de longitud, en un canal de 2,6  $\mu\mu$ ; es decir, diez diámetros moleculares de agua; pero es muy probable que esta extrapolación no sea legítima y que las velocidades reales sean todavía más pequeñas, no siendo las propiedades del medio muy diferentes de las de los líquidos en masa, para las cuales se ha establecido la ley de Poiseuille.

# EL TEATRO DE LA ÓPERA

Por PEDRO MUGURUZA OTAÑO, Arquitecto

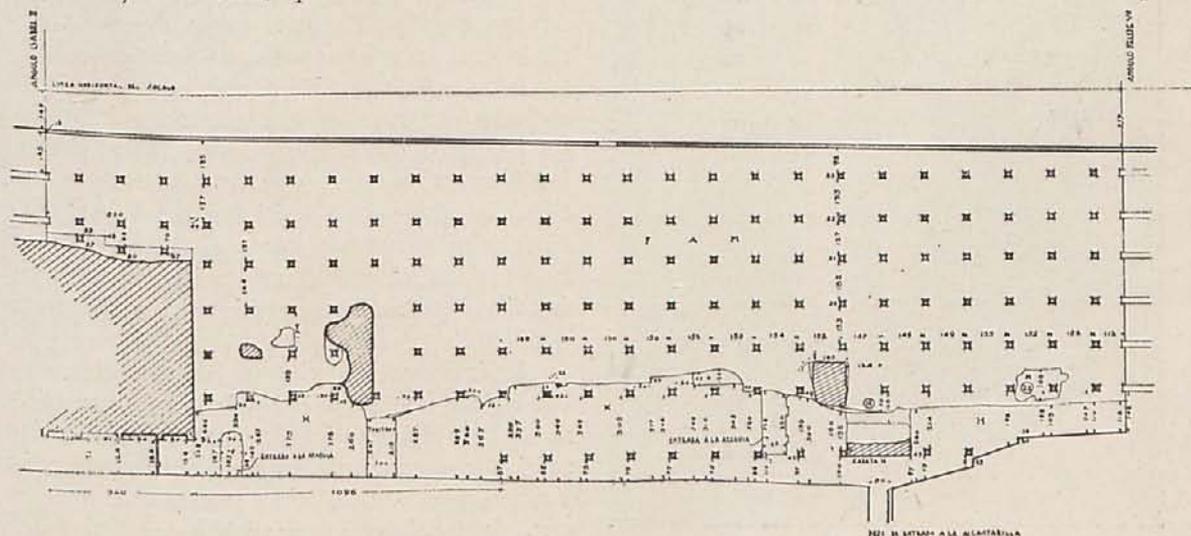
*El autor de esta importante obra describe no solamente sus detalles constructivos, sino también la orientación general para resolver los numerosos problemas planteados al transformar un antiguo teatro en una sala de espectáculos moderna, provista de todos los elementos que precisa la nueva técnica arquitectónica y teatral.*

Son de todos conocidas las causas que, en su tiempo, originaron el proceso de reforma de lo que fué Teatro Real y pasó a llamarse Teatro de la Opera a partir del advenimiento de la República.

El subsuelo de toda la zona comprendida desde el muro del Palacio Nacional hasta la calle de las Fuentes está compuesto de una serie de capas de terreno vertidas sucesivamente unas sobre otras, teniendo como base en una gran extensión unas fajas de construcciones, cuyos naturales hundimientos y deformaciones originan oquedades e inconsistencias del mayor peligro para la estabilidad de cuanto a ellas se superpone. Este defecto fundamental, asociado al espontáneo curso de las aguas subterráneas, cuyo origen ha de buscarse en los antiguos Caños del Peral, es causa de que se produzcan continuos corrimientos y socavones, que son tan frecuentes

como tradicionales ya en la antigua plaza de Oriente, ocasionando su reparación momentánea un cuantioso gasto al Ayuntamiento, así como una preocupación constante a la técnica municipal.

En el año 1925 se provocaron causas de todos conocidas, que exacerbaban tan delicada situación en el área del teatro y singularmente a lo largo de la fachada de la calle de Vergara y a la plaza de Fermín Galán, donde se produjeron quiebras de magnitud y de extensión considerables. En aquel año, y a partir del mes de noviembre, se ordenan, proyectan y ponen en curso de ejecución los trabajos conducentes a la reparación y reforma del Teatro de la Opera, iniciándolos con una serie metódica de sondeos para llegar a un perfecto conocimiento de las condiciones de todo orden que concurrían en la composición del subsuelo, hasta llegar a una capa

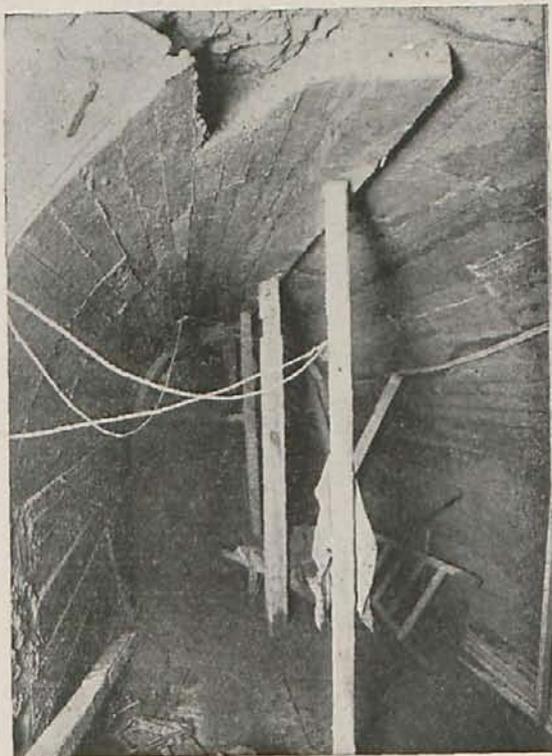


Sección longitudinal de la ataguía de la calle de Arrieta.

uniforme y consistente, que pudiera tomarse como base definitivamente segura para el total apoyo de la edificación.

Cae fuera del marco de esta exposición el conjunto de razones que aconsejaron a la superioridad la decisión de reformar el antiguo edificio en lugar de construir uno nuevo sobre distinto solar; y se aparta de la órbita puramente informativa de esta relación el tomar pie de ella para sentar base de discusión sobre tal problema. Cumple anotar tan sólo la serie de sugerencias que entonces se hicieron al Gobierno, proponiendo soluciones diversas y facilitando toda suerte de datos y fórmulas cuyo examen y compulso detallados llevaron a la resolución razonada de reparar el edificio y reformar el teatro.

El examen del terreno a que hemos hecho referencia confirmó plenamente al Arquitecto director, Sr. Flórez, sus conocimientos y experiencias de las múltiples filtraciones de agua producidas a diversas profundidades y



Una galería de saneamiento en la zona inferior del escenario.



Un pozo de entrada a las galerías de recalce de cimentación.

en los más distintos puntos del contorno del edificio, observándose entonces una marcada tendencia directriz de Este a Oeste, juntamente con una absoluta difusión en todo el espesor de las diferentes capas del subsuelo, en lo cual tomaba parte considerable un fango entre espeso y suelto que apoyaba alternativamente en capas de arena movediza y fajas de tierra gredosa. Fué, por tanto, punto fundamental de arranque en esta obra la extirpación general de toda esta masa inconsistente y peligrosa, así como el descenso hasta la zona inferior de cimentación, cuya profundidad precisaba determinar con absoluta exactitud.

Es innecesario decir que la excavación había de realizarse en condiciones de excepcional desventaja, precisando toda suerte de asistencias y excepcionales precauciones para evitar la innúmera cantidad de hundimientos con que, de continuo, amenazaban las desiguales presiones producidas en el contorno de los

pisos y galerías preliminares, ejecutadas en régimen análogo al de una mina en período de inundación. Por estos peligrosos arbitrios hubo de llegarse a las zarpas de los antiguos cimientos, reconociendo todo su contorno, tanto en los muros perimetrales como en los de traviesas, cuya importancia estructural es aún mayor, si se tiene en cuenta que sobre ellas gravitan los enormes vanos y las sobrecargas de la sala y de la escena.

Una vez descubierta de manera sucesiva toda la línea de cimentación del teatro vino a confirmarse la existencia de singular y general peligro en su perímetro, debido a las filtraciones acusadas en todo su contorno y a lo largo de las diferentes capas de terreno sobre que se asentaba. Estos cimientos, ejecutados con regulares bloques de pedernal y de piedra calcárea, trabados con una dura argamasa, servían de asiento a los muros construidos en la forma tradicional madrileña de fábrica de ladrillo sentado sobre gruesas tongadas, dejando células a rellenar de piedra y cascote. Variaba su profundidad según las diferentes alturas encontradas en el terreno tenido por firme para su apoyo, resultando de ello una manifiesta insuficiencia de profundidad, así como un irregular contorno que era preciso corregir, abordándose, por tanto, a partir de este momento, dos problemas esenciales: uno, el completo recalce y consolidación de todos los muros de cimentación componentes de la estructura del teatro; otro, la creación de un sistema colector de todas las aguas filtradas en el perímetro de sus muros, con la desviación consiguiente a una red de desagües conocida.

El primer problema fué de fácil resolución, una vez vencidas las dificultades de orden práctico antes anotadas; no existiendo otra limitación que el descender hasta el apoyo sobre un terreno absolutamente firme y sano, con la precaución de establecer una zarpa de anchura suficiente a todo el aumento de presiones que pudieran producirse en una ulterior ampliación del edificio, así como el establecimiento de una capa aisladora de plancha de plomo en todo el espesor de los muros



Nueva cubierta del escenario en hormigón armado.

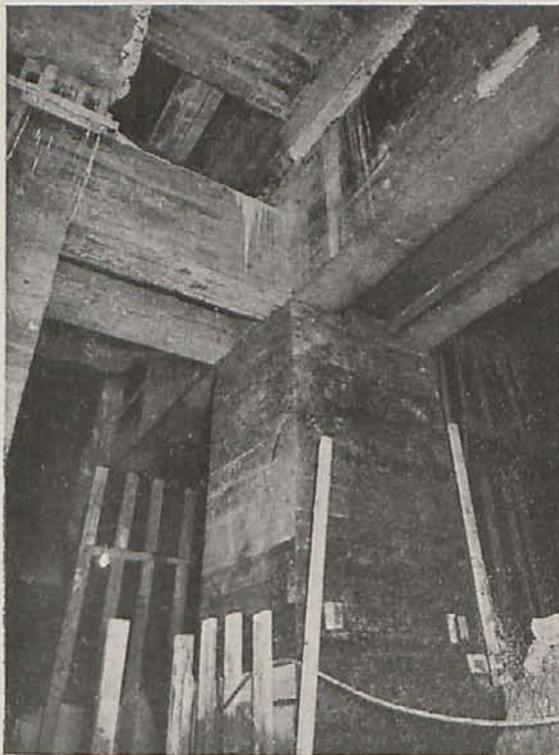
y en toda su longitud para evitar la producción de humedades por capilaridad.

El segundo problema tenía la limitación de no poder descender más que a una profundidad proporcionada a la del colector general más inmediato. Afortunadamente pudo comprobarse que la anulación de toda suerte de filtraciones era compatible con ese máximo de profundidad, y de acuerdo con esta feliz circunstancia pudieron asociarse ambos trabajos, conjugando el saliente de las zarpas de cimentación de los muros exteriores con el apoyo de la solera de una ataguía creada en la totalidad del perímetro del teatro, a lo largo de la cual todas cuantas filtraciones de agua vinieran a producirse descendieran a aquella para ser conducidas por adecuada pendiente a la alcantarilla general. Quedaba ya tan sólo la posibilidad de existir por bajo de aquella profundidad la contingencia de humedades producidas por agua de pie o de manantial,

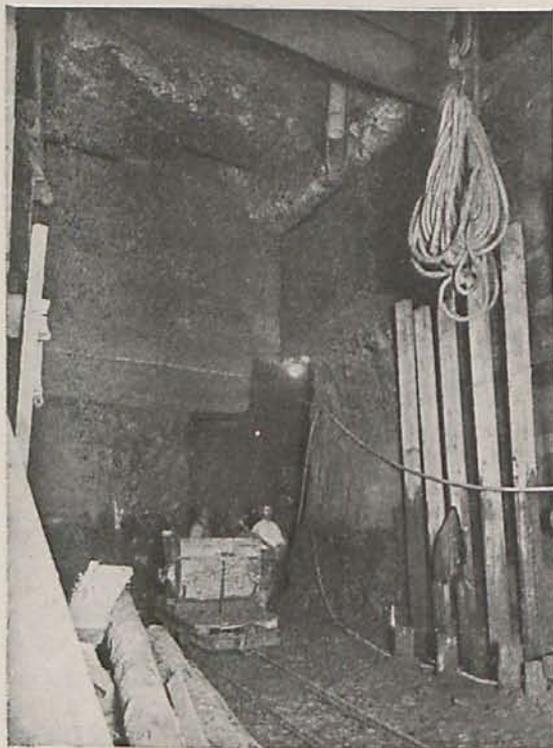
que, en ningún caso, pueden ser motivo de amenaza ni siquiera de inquietud.

La creación de esta ataguía, formada por tablestacado de hormigón compuesto de series espaciadas a 1,50 metros en horizontal y 1,80 metros en vertical, por término medio, deja un espacio de aire que contournea todo el perímetro del teatro, estableciendo una zona libre, de un metro de espesor, que ha permitido la desecación rápida y singular de todas las fábricas subterráneas. Este tablestacado compuesto, según ya decimos, con pilarotes de hormigón armado (de sección cuadrada de 0,22 metros de lado) apoya de una parte sobre la cara externa de los muros y del otro en un emparrillado de viguetas de hormigón conjugadas a un tablero continuo de 0,10 m. de espesor, que recibe y transmite todas las presiones de las calles inmediatas.

Punto de excepción en esta trama fué el problema de aislar por completo toda relación posible de la estructura del teatro con el



Un ángulo del escenario recalzado.



Trabajos de recalce de los muros del escenario.

túnel del Metropolitano recientemente construido entonces, mediante la creación de unos pórticos que circundasen a aquél en la parte que directamente pudiera afectar al edificio, quedando alejada así toda posibilidad de trepidaciones, molestas por regla general en todo el edificio y perfectamente inadmisibles en uno de las especiales características del que nos ocupa.

En esta obra de saneamiento y de consolidación hubo de tenerse, naturalmente, en cuenta la posibilidad de aumentos de cargas, deducida de la reforma propuesta en el proyecto general formulado por el Sr. Flórez, de todos conocida por haber sido objeto de exposición pública en 1926, y a tal efecto fueron calculados todos los espesores de cimentación mediante la aplicación del coeficiente prudencial de un kilogramo por centímetro cuadrado al conjunto de cargas y sobrecargas resultantes del proyecto general antedicho.

La dirección y vigilancia constante de este conjunto de obras, cuajadas de peligros y complejidades, foco constante de preocupación y responsabilidad, al ser llevadas a cabo con intensidad excepcional, produjo quebranto grave en la salud del Arquitecto Sr. Flórez, inmovilizándolo a tal punto que obligó a la inclusión de otro compañero que le sustituyera durante el período agudo de su enfermedad y le auxiliara luego en la ejecución del plan de obras ya establecido por el Gobierno para reforma de la sobreestructura y la sustitución de servicios fundamentales contenidos en el edificio.

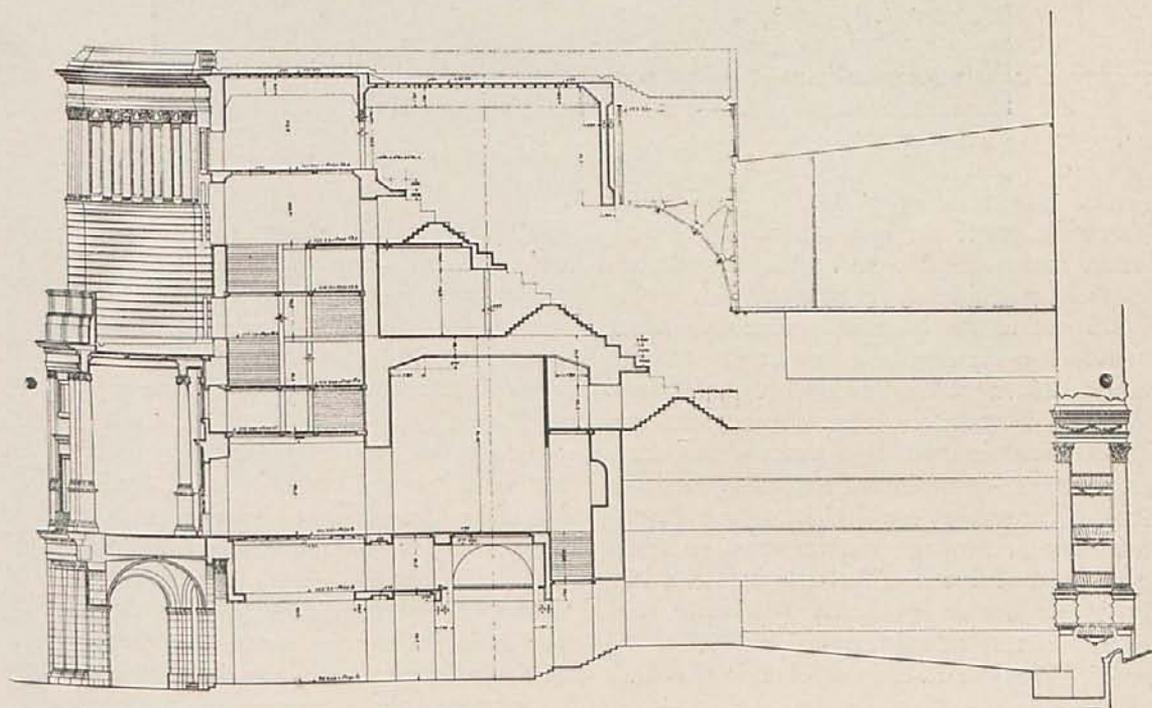
Esto ocurre en 1928, cuando ya, a punto de terminarse las obras antes reseñadas, se había aprobado por la Dictadura un proyecto de obras iniciador de las reformas antedichas.

No corresponde tampoco a este lugar de sencilla exposición la reseña del detalle de cuantos trámites va dando lugar la ejecución de la reforma del edificio, una vez verificada estrictamente su consolidación y saneamiento

subterráneo; pero bastará consignar a este respecto el acuerdo de resolverse dos problemas fundamentales de inmediatas consecuencias para otra multitud de problemas de carácter secundario.

De una parte era absolutamente indispensable la sustitución de las cubiertas, predisuestas siempre a la producción de un incendio, tanto por la inmensa cantidad de madera acumulada en las mismas como por la condición primitiva de todos los servicios de escena acumulados en ellas, juntamente con la indiscutible complicación de conducciones eléctricas y cruzamientos de servicios que determinaban en cada momento un peligro gravísimo. De otra parte era notoria la necesidad de reformar el escenario con arreglo a los principios de escenificación ya establecidos en todos los centros teatrales de regular importancia.

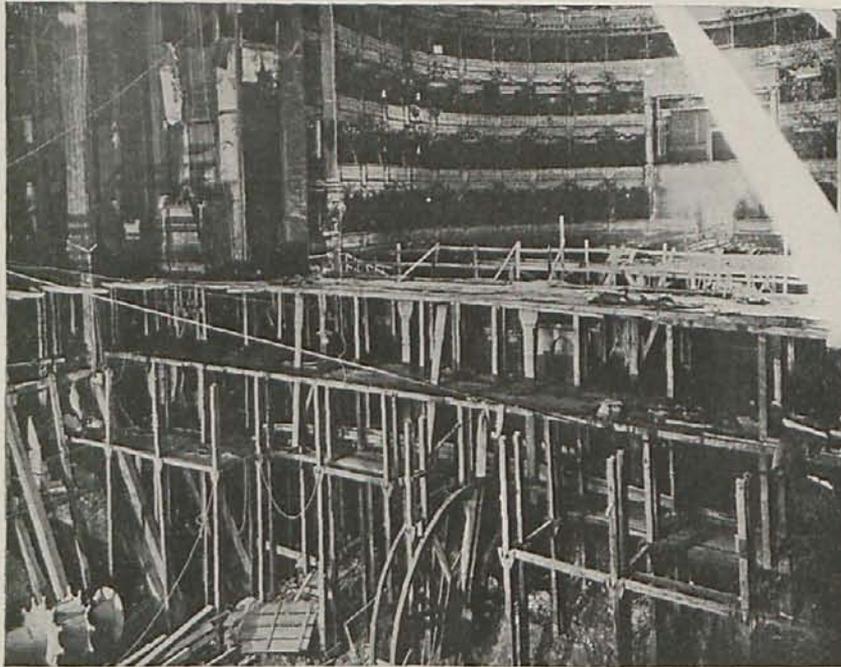
Estos dos puntos de partida establecen, a su vez, necesidades que hacen variar totalmente la estructura del teatro, su conformación a las nuevas necesidades y su apariencia externa.



Sección longitudinal de la superestructura.

En el mundo del teatro y en un período de tiempo relativamente breve se ha convertido ya en precedente casi tradicional lo que hace años era una revolución dentro del campo del movimiento escénico. La escena y la

tético y de una intensidad que no se alcanza en otros países ni aun con la amalgama de todas las artes reunidas, siendo, por otra parte, digno de tener en cuenta, precisamente por seguir caminos y procesos tan dispares de los



Antiguo aspecto de los fosos del escenario y sus movimientos escénicos.

decoración corpóreas son ya principios tenidos en cuenta no sólo en aquellos programas donde la posibilidad de medios y la cuantía de subvenciones lo hace indispensable, sino en cuantos han de atenderse con recursos particulares más o menos menguados, afectando por igual a tendencias clásicas y renovadoras.

El escenario apto a la decoración corpórea progresa intensamente apenas se inicia en Rusia, Alemania y en Italia, pasa a Norteamérica y se propaga rápidamente, en época de riqueza, al Sur de aquel continente, adoptándose pronto en los demás países que cuentan algo en el mundo teatral.

El ejemplo de Rusia es el más digno de ser tenido en cuenta, por ser un país donde el teatro tiene por sí solo un valor cultural, es-

del clásico teatro europeo, pero, seguramente, próximos a hacerse sentir en las corrientes artísticas mundiales, una vez que la acritud de los matices políticos y sociales se decante y quede limpia la idea estética. Así tenemos cómo Meierhold, el más vacilante e inquieto de "Los Cuatro", que lleva a la escena la teoría de ser el actor esencialmente un tema de luz en el escenario, establece ya, desde 1907, los diferentes niveles y planos en la escena; prescinde de las bambalinas incluso en el montaje de las obras clásicas, simplifica los volúmenes en sus formas accesorias al dejarse llevar de la influencia japonesa, y llega casi al cubismo integral por una influencia maquinista y mecánica al montar sus dos obras más destacadas: *La Hermana Beatriz* y *El Mag-*

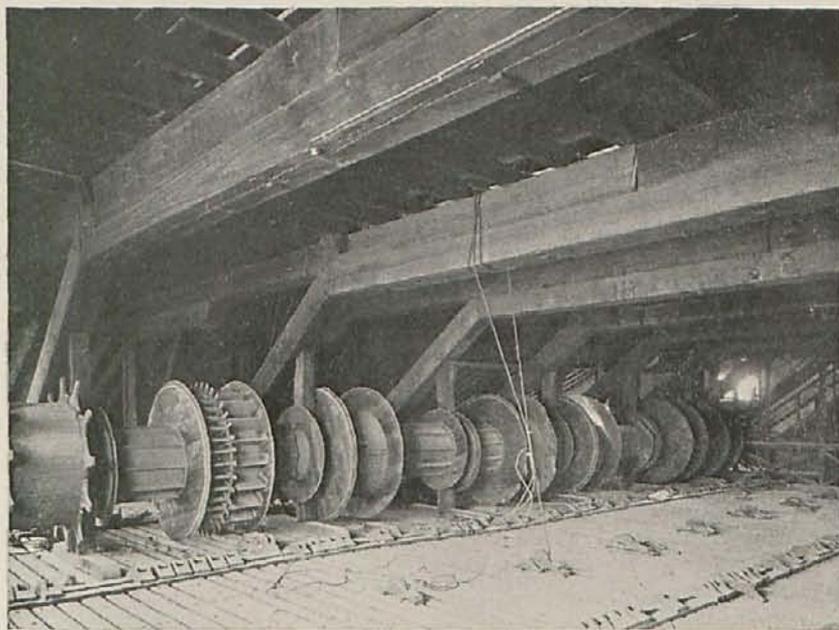
nífico *Cuckold*. Así tenemos a su casi discípulo Alex Tairow, que nace al teatro con la revolución y trata de establecer un escenario neorrealista al montar obras clásicas como *Fedro*, *Sakuntala*, *El Rey Arlequín* e incluso *Salomé* (que es su revelación como organizador de escena), dentro de las simplificaciones de volumen y asimilando las teorías de Max Reinhardt, el germano.

Destaca aún más Granowski, el gran judío, que conmueve los procedimientos escénicos incluso en país tan revolucionario como el suyo, al encontrar en la revolución rusa ocasión para adaptar a su efemérides la propaganda hebrea en todas sus obras y singularmente en *200.000* y *Uriel Acosta*, donde, por cierto, interviene como tema principal de la acción un judío español perseguido por la

viética y la falsamente legendaria opresión española.

Igualmente se destaca Stanislawski en la casi exclusiva aplicación del volumen integral como fundamento del aspecto escénico: este promotor, el cuarto puntal del teatro escénico ruso, es el más antiguo y moderado de todos, aunque su especialidad resida precisamente en poner en escena obras eminentemente revolucionarias como son las de Dostoiewski, y acaba por montar los *M. A. T. Studios* como continuación de su especialidad anterior a la revolución en el *Moskova-Artia* como director artístico, en cuyo puesto fué respetado por los Soviets, pese a su imperial tradición y origen.

En éste, como en los anteriores, hay dos influencias considerables: de un lado, las teo-



Telares y cubierta del escenario con su antigua maquinaria movida a mano.

Inquisición, pudiendo ser interesante por más de un concepto seguir los motivos y la finalidad perseguida por ésta, y algunas otras obras de la misma secta, en los nexos que establece entre el judaísmo, la revolución so-

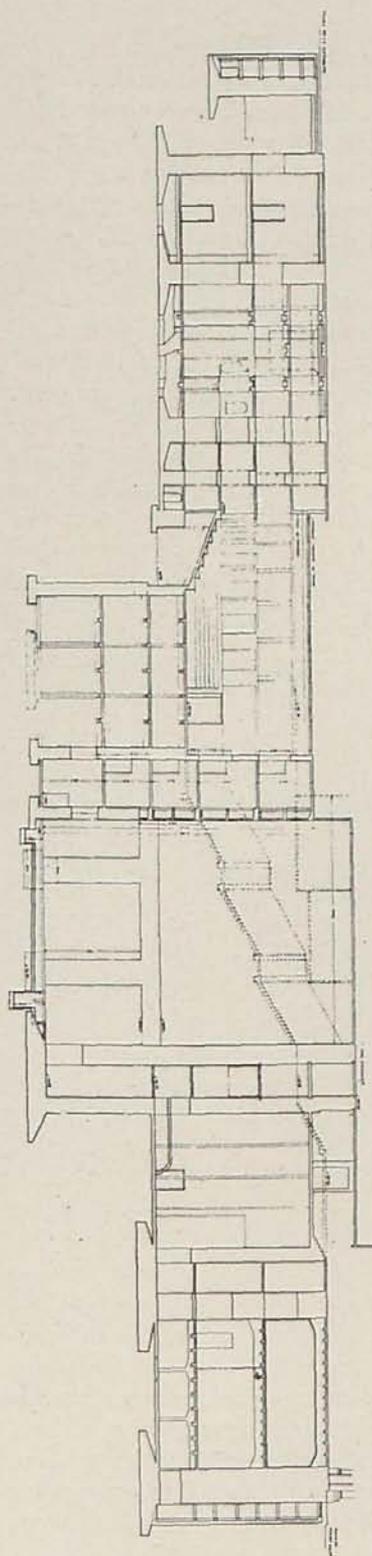
rias germanas de Max Reinhardt, que llegan a mezclar y fundir la zona del público con la escena, y de otra parte, la influencia de S. M. Eisenstein, que revoluciona la cinematografía con sus simplificaciones corpóreas y

hace llegar al escenario del teatro la puesta en práctica de las teorías de perspectivas aérea y corpórea, tan destacadas en sus producciones cinematográficas.

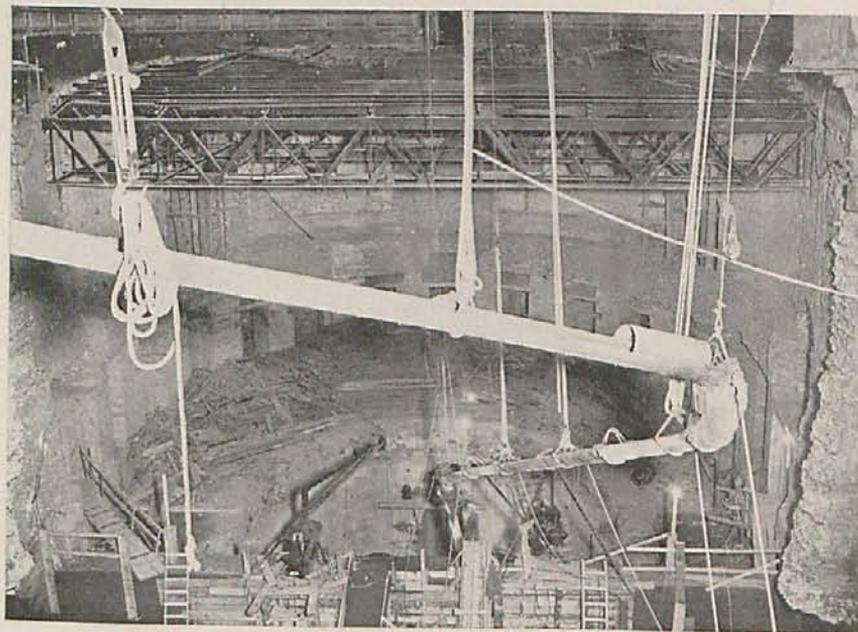
Aparte de esta zona soviética, incluso en los demás focos de arte más conservadores europeos, llegando a sus seguidoras americanas, se impone por la fuerza de su evidente acierto la aplicación de la cúpula *Fortuny*, magnífica creación de un español que honra a nuestro país en su incesante labor cultural y artística en Venecia, propagada a todo el mundo.

Esta cúpula, que consigue, en suma, la más exacta y perfecta representación del cielo en todos sus aspectos, mediante proyecciones fotográficas de nubes y de un planetario, consiste en un casquete esférico de dos hojas de tela impermeable, entre las cuales, por una absorción constante de aire, se mantiene tensa la cara interna, que es la que queda a la vista del público, constituyendo el fondo de la escena.

Procedimiento caro que exige amplitud considerable en el volumen escénico para su despliegue y traslado en caso de no precisar su servicio. Procedimiento costoso por su fabricación y su entretenimiento, pero juzgado tan indispensable que no sólo lo adoptan los teatros de carácter oficial, más o menos protegidos por sus respectivos Estados, sino aquellos de carácter particular que, aún no teniendo capacidad grande de medios económicos, necesitan recurrir a depuraciones representativas para cumplir el plan de perfección que se han impuesto. Así resulta que en teatros como el Guild Theatre, de Nueva York, creado por el Sindicato de Actores, se monta en 1924 una cúpula "Fortuny" para la representación de *César y Cleopatra*, de Bernard Shaw, y últimamente puede verse en París, en el "Rex", una pobre adaptación de este sistema a la bóveda de la sala, imitando así los "aerials" de algunos teatros norteamericanos, donde se aplica la teoría de Mariano Fortuny, queriendo llevar al público la impresión de tener sobre sí solamente el cielo estrellado y cambiante.



Sección longitudinal de la nueva infraestructura del teatro.



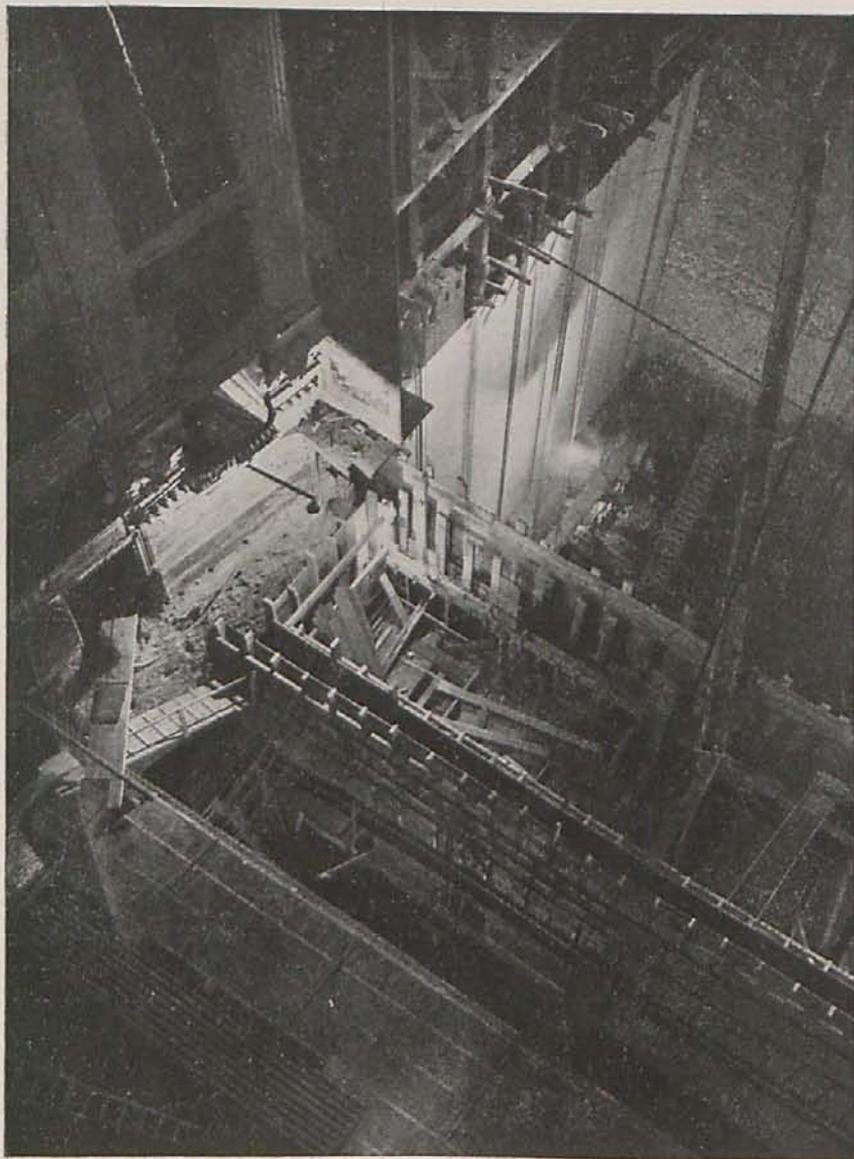
Recalce de los muros de la sala y escenario.

Sirven estas dos incidencias de exposición para explicar las razones justificadoras del aumento considerable de volumen necesario en el escenario del teatro, de cuyo lamentable estado funcional y de cuya peligrosa pobreza dan muestra las fotografías aquí intercaladas, donde puede apreciarse, de un lado, la inquietante promiscuidad de servicios y el peligro incesante derivado de sus confusiones, junto con la compacidad de todos sus elementos componentes y el estado primitivo de todos los movimientos, que culminaban en el hecho casi inconcebible de ser levantado a mano un telón que prácticamente producía una reacción de cuatro toneladas.

El brusco tránsito del escenario dieciochesco a la moderna instalación de servicios de escena se refleja en los contrastes gráficos que acompañan a estas líneas y se condensa en el hecho de convertir la caja de escenario en un volumen diáfano de casi 60.000 metros cúbicos ( $75,00 \times 30,00 \times 35,00$  metros) absolutamente indispensable para colocar todo el movimiento escénico, que habría de consistir en siete grandes ascensores hidráulicos de for-

ma rectangular con toda la longitud del nuevo escenario y una anchura variable de dos a cinco metros. Estos ascensores hidráulicos, de máximo silencio y de movimiento independiente o conjugado, según las conveniencias de cada escena, apoyan justamente en los extremos del escenario y se deslizan a lo largo de dos tubos cilíndricos, quedando así el máximo espacio entre ellos de forma a poder montar simultáneamente y en toda su extensión tres escenas para rápidas y sucesivas mutaciones completas en la representación.

El estudio de este mecanismo fué objeto de meditados cálculos, poniendo en movimiento casas especialistas como Kölle & Hensel, alemana, y "Leonardo da Vinci", italiana, explotadora de dos patentes cuya esencia es la misma, aunque su modalidad se altere considerablemente en la aplicación. El estudio de semejante montaje se produjo por cuanto la habilitación de tres escenarios implica un extenso movimiento de personal y material, que requiere elevaciones verticales rapidísimas independientes de la escena, pero en contacto inmediato con la misma, y dentro de ella una se-



La sala y el escenario vistos desde el ventilador de la primera. Entre ambos, la cámara de mandos para los distintos servicios del público y de la escena.

paración absoluta de las diferentes categorías que intervienen, singularmente entre el personal de orquesta, el de tramoya y el que actúa en escena, y aun dentro de éste la separación completa del estado llano de coros, comparsas y bailarines con las clases elevadas de partiquinos y cantantes.

La consecuencia de semejantes complicacio-

nes obliga a aquilatar el espacio disponible en planta para la colocación de grandes elevadores y prácticas escaleras que no produzcan interferencia alguna en la escena ni pueda reducirla en sus eficaces dimensiones.

En algunos teatros el problema era prácticamente insoluble, y así en el antiguo Teatro Imperial, de Berlín, fué preciso ampliar dos

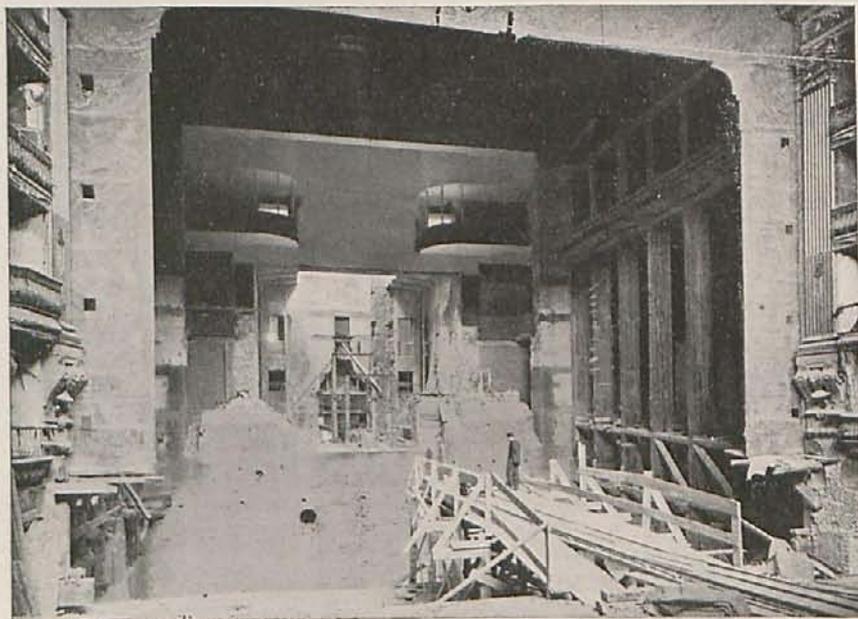
cuerpos laterales para poder llevar a los mismos estos servicios complementarios de la escena. En nuestro teatro fué posible su instalación mediante habilidades distributivas a ambos lados del bloque de escenario sin invadir las zonas exteriores, que han de corresponder por entero a la circulación del público. Toda esta masa de obra, desde sus cimientos hasta la cubierta, fué construída de hormigón armado y de hormigón en masa, imponiendo su empleo la ventaja con que atiende a tres condiciones esenciales: en primer término, la suprema elasticidad que semejante material presta a trabajos de consolidación de focos tan peligrosos como los descritos, en que precisa llenar por puntos y con todo género de cuidados la creación de fábricas a incrustar matemáticamente en los huecos dejados en el subsuelo, así como la rapidez con que pueden cuajarse grandes espacios mediante una racional organización, subiéndolo velozmente una gran masa de obra servida desde un centro productor de hormigón, cuya intensidad en la preparación de material sea suficiente para dar tajo incesante a toda una legión de obreros dedica-

da a encofrar y rellenar en un extenso perímetro, que corresponde al foco productor, pudiendo observarse en algunas fotografías la organización establecida para la rápida construcción de todo el bloque del nuevo escenario.

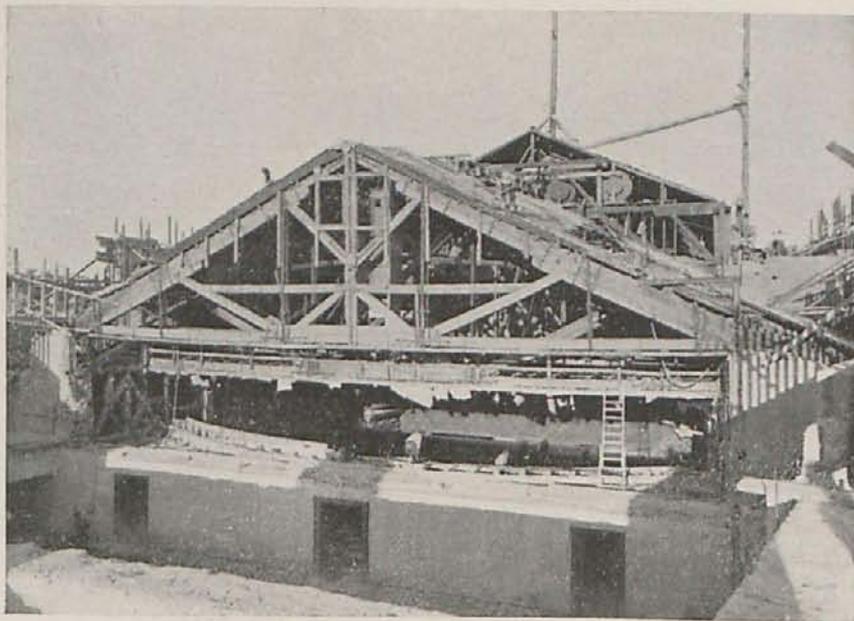
En el orden económico era también punto favorable la adopción de este sistema, donde las grandes concentraciones de masa inherentes a la cualidad del hormigón se compensan del modo más favorable en este caso por las luces extraordinarias que habían de salvarse para crear la máxima diafanidad perseguida.

Finalmente, se impuso la adopción del sistema de hormigón en masa y hormigón armado por las preferencias que experimentalmente se destinan para el mismo en todos los casos de incendio, siendo respetado como el procedimiento constructivo que reúne mayores y más eficaces seguridades contra el mismo.

Con arreglo a estas conclusiones sancionadas por la experiencia se llega en su empleo hasta la construcción de la cubierta del escenario, cuyo detalle gráfico se consigna en estas páginas, y por la que queda preparado el es-



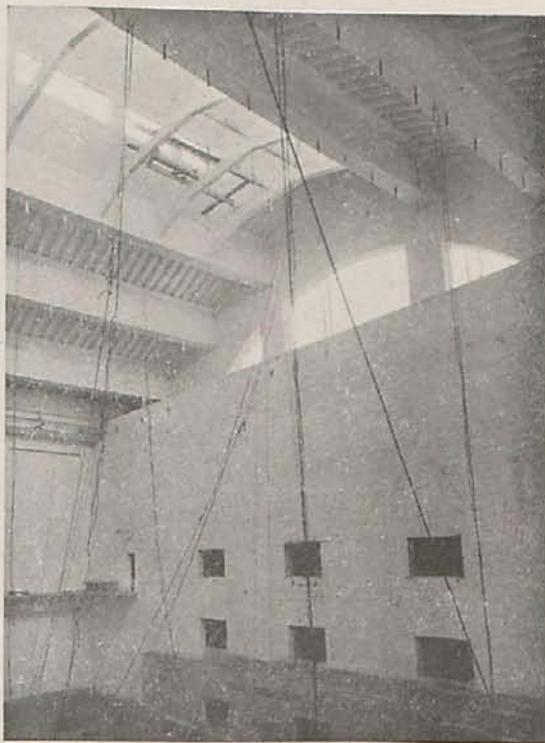
Escenario y la chácena vistos desde un palco-platea.



Antigua cubierta de madera de la sala y del escenario.

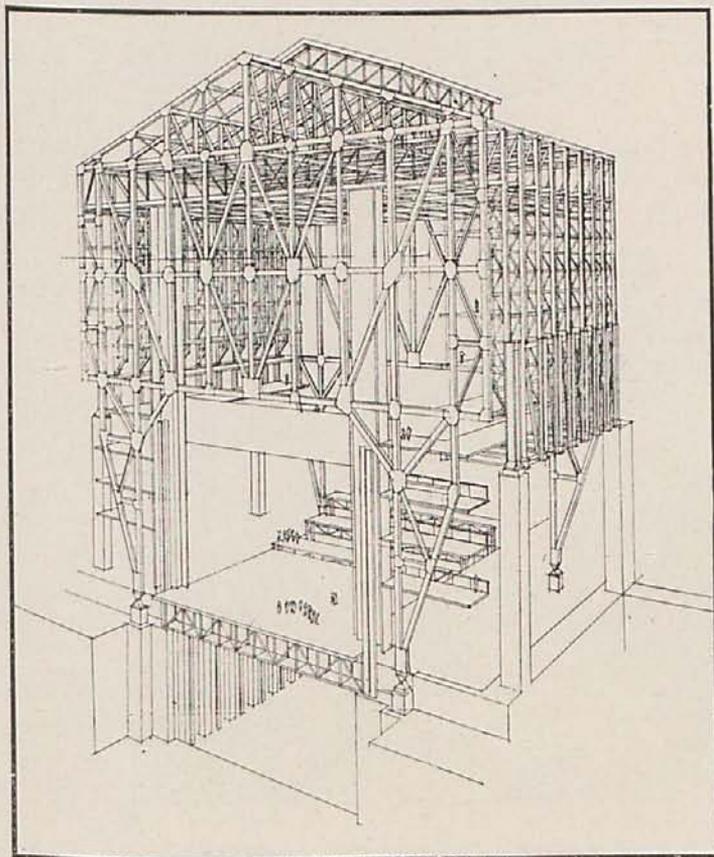
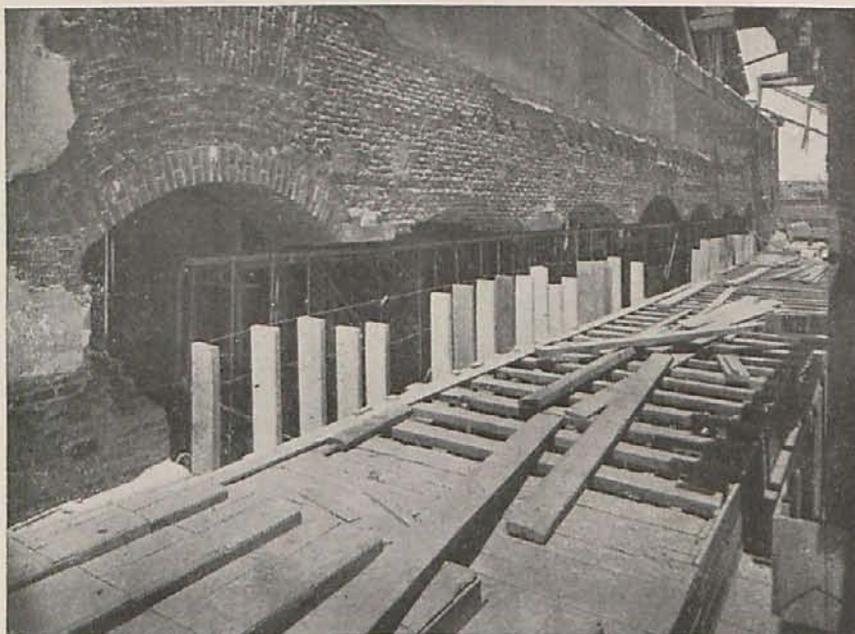
pacio para establecer el dispositivo metálico automático que racionalmente precisa instalar en todo escenario para casos de incendio, consistente en una serie de compuertas, usualmente cerradas y adaptables a un dispositivo eléctrico en contacto con diferentes termostatos, que hacen abrir aquéllas rapidísimamente al menor cambio brusco de temperatura en cualquier lugar del escenario, con lo que cualquier conato de incendio trae consigo el automático establecimiento de una corriente de aire de abajo arriba que evite la propagación del mismo a la Sala.

En esta gran estructura de hormigón se han dejado hoy igualmente los huecos que corresponden al centro de mandos eléctricos que ha de quedar en absoluto aislamiento, como una cámara acorazada, y el espacio destinado al telón metálico, que ha de consistir en un sistema totalmente distinto a los hasta ahora usados, compuesto de dos láminas tubulares de distinto coeficiente de dilatación, que registran una alteración brusca de temperatura mediante convexidades que determinan su matemática caída.



Nueva cubierta de hormigón armado del escenario. Al centro la caja para ventilación automática en caso de incendio.

Apeo del muro testero del escenario y sustitución de sus apoyos intermedios por una viga de hormigón armado de 35 m. de luz.



Al llegar a este punto se alcanza prácticamente el límite que corresponde al presente artículo, en el que, con la máxima brevedad, se ha querido dar una impresión de lo que ha sido la primera etapa de las obras de reforma del Teatro de la Opera. Mayor espacio habría de requerir la detallada exposición del vaivén de trámites, que siguen a un loable intento (en 1929) de concluir rápidamente una cierta cantidad de obra que permitiera la apertura del entonces regio coliseo, intento que obliga a una redacción fulminante de proyectos y fracasa y se embota en la natural y compleja red de trámites de información, de consejo y de administración (donde, por cierto, existen curiosas incidencias, que

Esquema perspectiva del movimiento escénico proyectado.

habrán de conocerse algún día, como la formación de un expediente por un error mecánográfico, que convertía la lectura de un "menos 2°" en un "menos 20°"); precisaría gran espacio la relación de balbuces, donde la implícita aprobación íntegra del conjunto contenido en el proyecto del Sr. Flórez recibe de sus mismos sancionadores incongruente correspondencia, que al socaire de una provocada información periodística, paraliza las obras de terminación de la estructura general del teatro, cuya primera parte fué concluída hace más de un año.

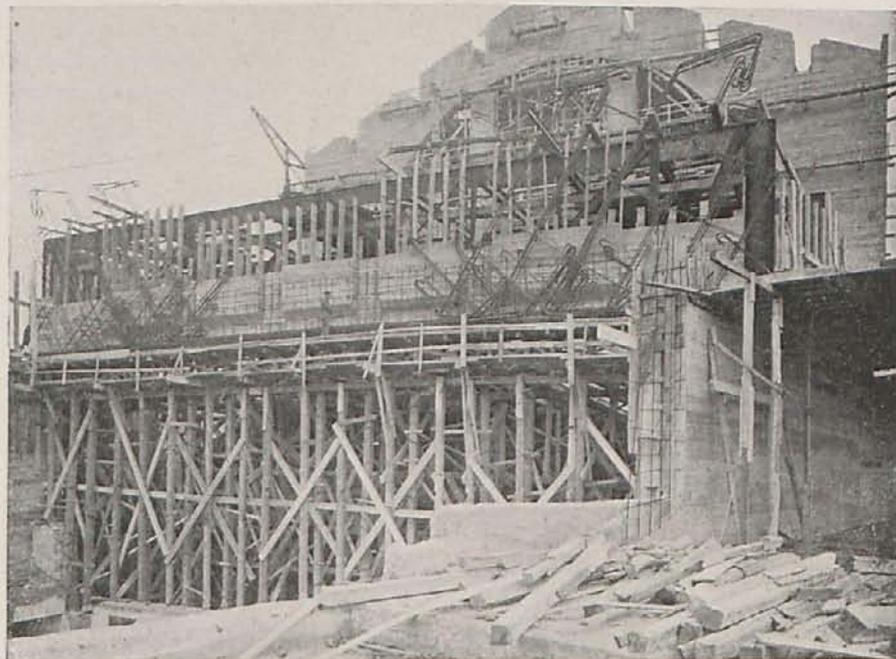
Como final numérico, para dar una leve idea que anticipe mayor conocimiento de datos para un cálculo económico, daremos algunas cifras que sirvan a situar el coste fundamental de trabajos contenidos ya en la masa del actual teatro e indispensables en uno de nueva creación.

El actual teatro se encuentra sobre un solar de unos 6.000 metros cuadrados, o sea más

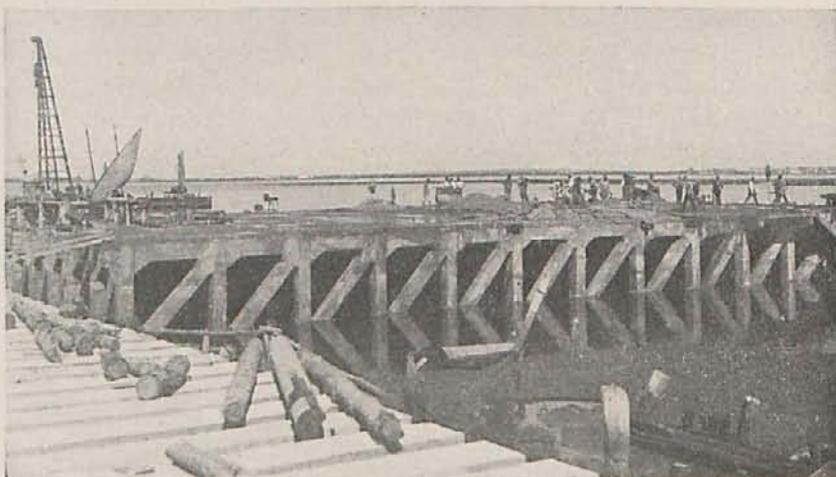
de 77.000 pies cuadrados; el vaciado preciso para el montaje de un escenario moderno requiere una excavación aproximada de 75.000 metros cúbicos; la altura necesaria desde la solera del foso al caballete del escenario para enclavar en su caja los servicios de una escena moderna bordea los 80 metros; la máxima profundidad del vaciado, a partir del nivel de la calle, llega a 20 metros, y el término medio de la misma para poder alojar convenientemente todos los servicios de calefacción, ventilación, maquinaria, etc., se acerca a los 13 metros.

De las cifras anteriores se deduce para los muros perimetrales del teatro y para sus crujeas interiores una altura media de 50 metros, y el desarrollo lineal de los mismos en el caso presente es exactamente de 1.190 metros.

Sirvan estas cifras para *poner a escala* las pruebas gráficas y las líneas anteriores, dando así la medida de importancia que alcanza a una obra urbana de tan dilatada extensión.



Sustitución de las cubiertas de la sala y escenario con la ampliación del paraíso.



Vista parcial de uno de los muelles construidos. Hormigonado de la superestructura.

# PILOTES DE HORMIGON ARMADO DE GRAN LONGITUD

## MANIOBRAS Y ECONOMIAS QUE PUEDEN LOGRARSE

Por VICENTE MORALES, Ingeniero de Minas

*Descripción del manejo e hincas de los pilotes de hormigón armado de más longitud de España. Caso práctico que demuestra las posibilidades de empleo de este útil elemento de cimentación.*

Al convocar la Marina de Guerra un concurso para la construcción de dos muelles salientes en la parte Norte de la salina Victoria, en el caño de Sancti Petri de la bahía de Cádiz, se planteó el problema de su cimentación que ofrecía características un poco fuera de las normales.

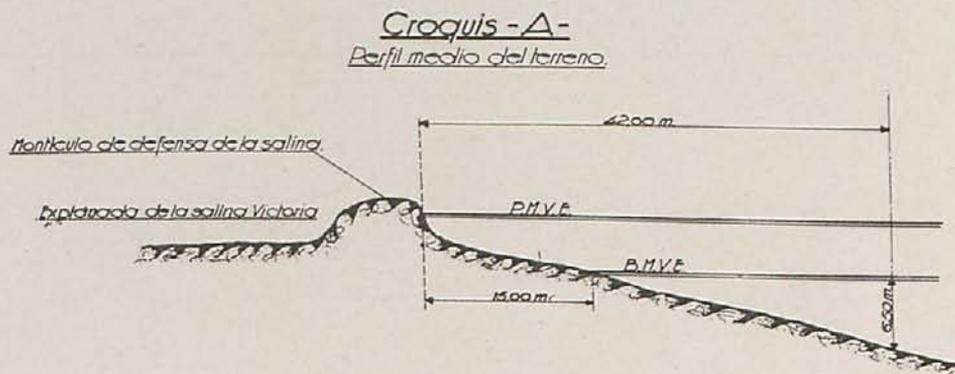
El terreno sobre el cual habían de cimentarse aquellos espigones era fango fluido y los numerosos sondeos que se hicieron en el frente donde habían de construirse las obras no acusaban terreno consistente sino a profundidades comprendidas entre 22 y 24 metros por debajo de la bajamar viva equinocial.

Se consideró lo más indicado cimentar sobre pilotes de hormigón armado; pero tanto por las cargas a que habían de estar sometidos los muelles para el aprovisionamiento de barcos de guerra como por la fluidez de aquellos fangos, que hacían temer corrimientos de la cimentación si con ella no se alcanzaba el terreno firme antes indicado, no se consideró conveniente confiar su resistencia sólo al rozamiento lateral y se propuso que la longitud de los pilotes fuese de 25 metros, con la cual podía alcanzarse el terreno compacto, y las cabezas de los pilotes sobresaldrían lo suficiente sobre las bajamares para construir en seco, so-

bre ellas, la superestructura de los muelles.

Al proponer pilotes de tal longitud, alguno de los Centros informantes hizo toda clase de reservas respecto a la posibilidad de llevar a cabo con éxito todas las maniobras que exigían para su hincada. No tenía nada de extraña

los pilotes, sin disponer un muelle para la carga que avanzase en el agua una longitud inadecuada para la cantidad de obra a ejecutar; por la misma causa, también resultaba anti-económico—y además expuesto a corrimientos de tierra en la salina—dragar aquella zona.



esta reserva o prudencia de la Administración; pero como podrá verse a continuación se llevó a cabo con una sencillez y facilidad verdaderamente extraordinarias, ya que extraordinaria resultaba la longitud de los elementos que se manejaron.

Las dimensiones de los muelles a construir eran 42 metros de longitud y 22 metros de anchura; por lo tanto, el número relativamente reducido de pilotes que había que hincar, eliminaba en absoluto la habilitación de medios auxiliares costosos que, por las características que exigían, hubieran tenido después difícil aplicación en otros trabajos.

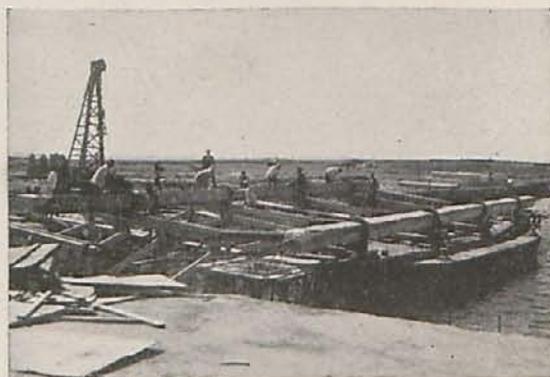
Se construyeron los pilotes en la parte de la explanada de la salina Victoria más inmediata a las obras, unos al lado de otros, sin formar pilas con ellos.

El caño de Sancti Petri en el lugar de las obras ofrecía un perfil medio como se indica en el croquis (A), donde se aprecia que quedaba completamente en seco en los bajamares una zona paralela a la línea de costa que ofrecía la salina, de unos 16 metros de anchura.

No había, pues, calado suficiente para que la machina flotante de hincada, en la que debía disponerse un castillete de más de 25 metros de altura, pudiera acercarse a tierra a recoger

No era conveniente tampoco que el martinete se acercara a recoger uno a uno los pilotes que debía hincar, pues para ello sólo podían aprovecharse las pleamares y tanto el ritmo de obra como el costo, resultaban en esa forma inadmisibles.

Una grúa en tierra que hubiera hecho completa toda la maniobra hasta poner los pilotes sobre una embarcación de donde pudiera recogerlos la machina, hubiera exigido, como hemos indicado antes, características muy singulares, por tratarse de una carga de 10 toneladas de 25 metros de longitud y sólo 40 por 40 centímetros de sección que dificultaba no



Fotografía (B).—Carga de los pilotes sobre gabarra.

sólo los movimientos, sino el enganche de los pilotes como luego comentaremos. Por todo ello, se resolvió la cuestión construyendo un sencillo entramado de madera para cargar los pilotes sobre una gabarra rodando sobre unos aros de madera a través de esa ligera estructu-

modidad la carga de los pilotes, y durante las pleamareas y aun a media marea, conducir la gabarra con sus pilotes al pie del martinete que había de hincarlos.

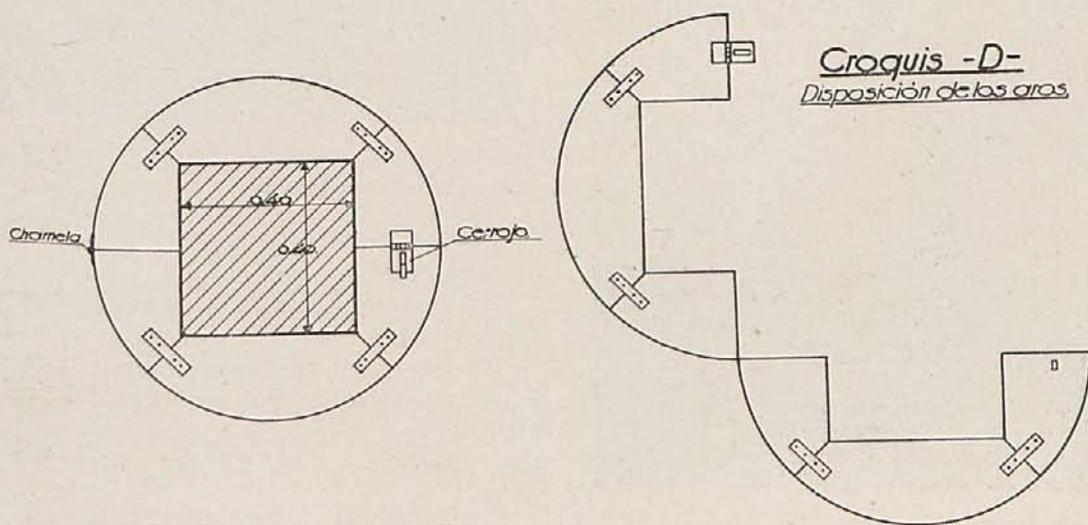
El transporte de los pilotes desde el sitio donde fueron construidos hasta este entrama-



Fotografía (C).--El carretón conduciendo el pilote al entramado de carga.

ra. Esta disposición de carga, como se observa en la fotografía (B), exigía pequeñas dimensiones para la estructura de madera, pues disponiendo un gabarra para cargar tres pilotes sobre su plataforma, el calado necesario era pequeño, y como puede verse, avanzando con el entramado relativamente poco, sobre los fangos que quedaban en seco en las bajamares, durante éstas, podía hacerse con toda co-

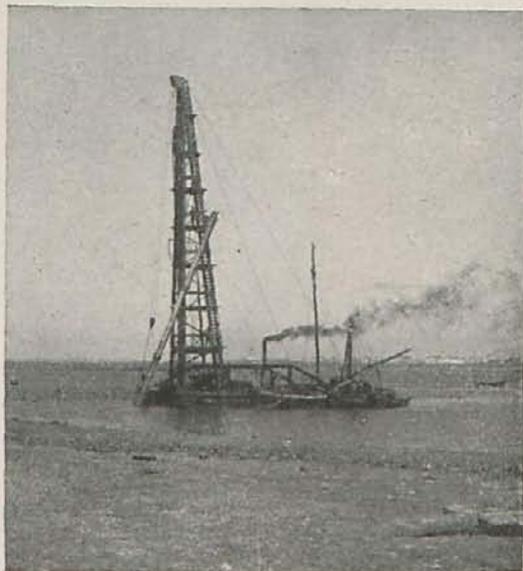
do dispuesto para la carga, hubiera podido hacerse también rodando los pilotes sobre los mismos aros de madera; pero el terreno de la salina era muy blando y para rodar por él los aros sin que se hundieran, hubiera habido que consolidarlo en una extensión no pequeña mediante un gasto excesivo; por ello se prefirió utilizar para este transporte un carretón del que se disponía a pie de obra y así sólo era ne-





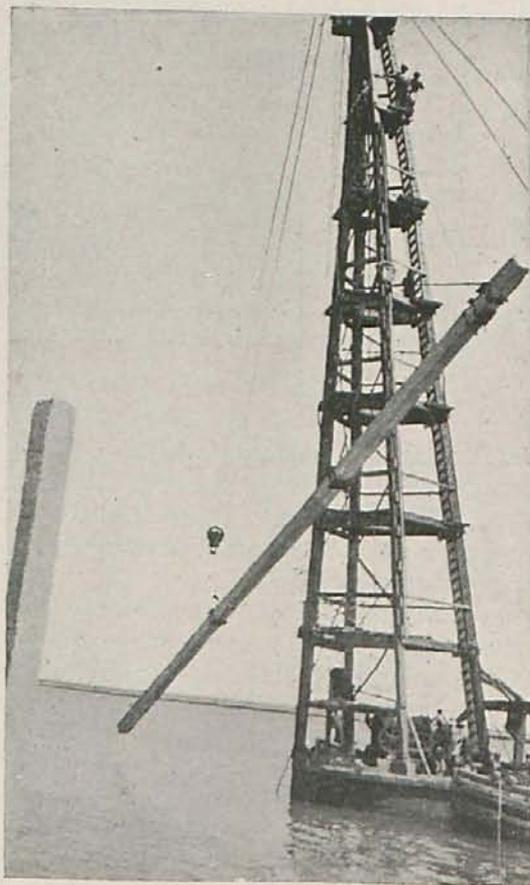
Fotografía (E).--Levantando un pilote de la gabarra.

cesario consolidar la estrecha zona por donde había de pasar éste sobre carriles. Sobre este carretón se montó un cabrestante de mano y un castillete metálico, y con este artefacto improvisado con los elementos que había en la obra se llevó a cabo el transporte de los pilotes hasta el entramado de carga sobre gabarra, como puede verse en la fotografía (B).



Fotografía (F).--Fase final para poner vertical el pilote.

Los pilotes, según se aprecia en la fotografía (C), eran conducidos en el referido artefacto enganchados por cuatro puntos, mediante collares de llanta metálica que se abrazaban a los mismos. Una vez enfrente de la estructura de cargue, se depositaba el pilote sobre los cua-



Fotografía (G).--Fase intermedia. Izando el pilote.

tro aros de madera que rodando lo conducían hasta la gabarra.

De lo expuesto se deduce que el entramado de cargue no consistía sino en unos canales de madera que a modo de carriles y a favor de la pequeña inclinación que se les dió servirían para que los aros de madera rodaran por ellos y suavemente se depositaran sobre la gabarra.

En la fotografía (B) puede verse uno de

estos pilotes sobre su sitio en la gabarra que ha de transportarlo y otro rodando por los canales-carriles de la estructura de madera para entrar en la gabarra. En la figura (D) puede verse la disposición y dimensiones de estos aros.

Cargada esta gabarra con tres pilotes se arrimaba a la machina de hínca y de allí los tomaba ésta enganchados de cuatro puntos, levantándolos hasta que quedaban verticales en la forma que se indica en las fotografías (E-F y G), que reflejan tres momentos de la operación.

En todas las maniobras descritas, como habrá podido observarse en las fotografías que se acompañan, los pilotes en todo momento apoyaban en cuatro puntos con objeto de que dichos apoyos disminuyeran la flexión del peso propio del pilote. Estos cuatro puntos de apoyo logrados tanto con los aros de madera como por la forma de izar el pilote con la machina por intermedio de unas poleas corredizas que se ven claramente en las fotografías, produjeron una disminución muy apreciable en las armaduras de los pilotes, pues al disponer éstas sólo con sección suficiente para resistir en esa forma la flexión del peso propio del pilote durante las maniobras—con cuya sección había de sobra y hay en general suficiente para el armado del pilote a los efectos de ser considerado como columna—, se redujo notablemente la cantidad de hierro a emplear y con ello se ahorró un considerable importe de pesetas.

En general hay una tendencia grande a armar estos pilotes muy fuertemente para que la armadura pueda resistir toda clase de flexiones en la maniobra de los mismos antes de ser hincados. Hemos visto ejecutar muchas obras en las que con pilotes de longitudes considerables (17 y 19 m.) se habían proyectado armaduras para resistir la flexión del peso propio de los mismos, apoyados sólo en los dos extremos; creemos que es un dispendio innecesario, pues ya se ve con qué facilidad puede evitarse maniobrar con los pilotes en esa forma extrema; si en nuestro caso lo hubiéramos considerado

así, hubiéramos tenido que colocar armaduras para resistir un momento flector diez veces mayor que el que tuvimos que considerar maniobrando con los pilotes en la forma indicada y a esta diferencia de momentos flectores correspondía en armaduras una economía mayor del 100 por 100.

La hínca de estos pilotes de longitud tan considerable se verificó perfectamente normal sin roturas ni contratiempos de ninguna especie. Se empleó para la hínca un martinete de vapor Lacour de 4 toneladas, con el que se logró satisfactorio rendimiento.

La maniobra descrita para maniobrar los pilotes por medio de los aros de madera proporcionando a los pilotes tres o cuatro puntos de apoyo, creemos que puede tener una aplicación de carácter general, ya que raros serán los casos que se presenten con más dificultades para la maniobra que el anteriormente descrito, donde todo se hizo con gran facilidad.

En casi todos los casos se podrá suprimir el carretón que se tuvo que emplear en la salina Victoria por la blandura del terreno y, por lo tanto, levantando el pilote con unas sencillas poleas o mejor con unas poleas diferenciales en tantos puntos como convenga y apoyándolo inmediatamente sobre los aros, se podrá llevar rodando hasta el borde del muelle donde se cargue. Cuando por no disponer de sitio adecuado para poder construir los pilotes paralelos a la línea de muelle sea preciso construirlos normales a esta línea, no por eso hay que prescindir de los aros, pues se les hace girar con gran facilidad—y así lo hemos hecho en otra obra—como se indica en el croquis (H).

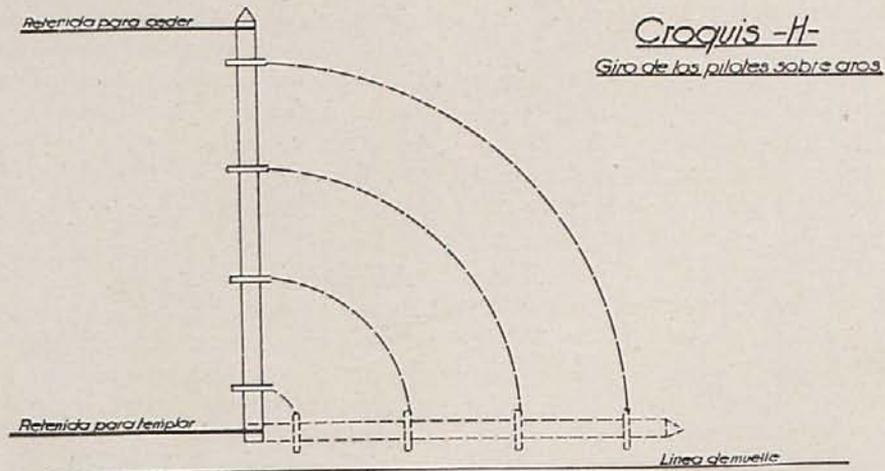
Con ello se podrá evitar, como hemos destacado, la adquisición de medios auxiliares costosos y de difícil aplicación posterior, y esta solución tendrá más adecuado empleo cuando, como en nuestro caso, la cantidad de pilotes a hincar no justifique esos gastos.

También es digno de hacer notar la gran economía que en el armado de los pilotes puede obtenerse haciendo todas las maniobras con estos apoyos en varios puntos, sin levantarlos

como es frecuente, enganchados sólo por la punta y apoyados por el otro extremo; es decir, teniendo que resistir la armadura la totalidad de la flexión del peso propio. Claro está que en aquellos casos en que por lo mismo que los pilotes son tan largos, haya que considerar en ellos el pandeo, por quedar libre, sin arriostramiento alguno, una longitud más o menos larga de los mismos, no podrá lograrse en armaduras una economía tan considerable como la que hemos señalado; pero no son estos los casos más frecuentes que obligan a emplear pilotes de gran longitud, sino el

gran espesor de las capas blandas que hay que atravesar, y entonces éstas—salvo el caso de extremadísima fluidez—pueden considerarse arriostrando los pilotes. Así se consideró en el caso descrito, con excelente resultado hasta ahora y sin que nada haga temer que cambie en lo sucesivo.

El hecho de que las consideraciones expuestas se refieran a un caso plenamente logrado, juzgamos que puede contribuir a que desaparezcan o disminuyan los recelos de muchos proyectistas a emplear pilotes de gran longitud.



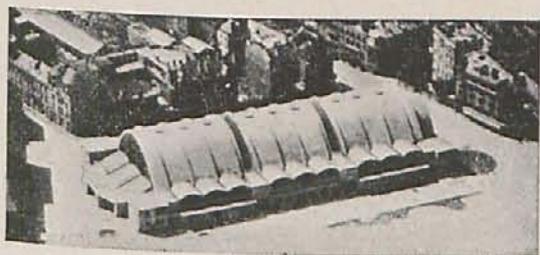
## NUESTRO PRÓXIMO NÚMERO

El tercer número de *HORMIGON Y ACERO*, correspondiente al mes de julio, contendrá los siguientes trabajos:

Continuación de la teoría sobre cementos y hormigones, comenzada en este número, por M. Freysinnet; un interesante trabajo sobre los cortacircuitos en los edificios, del Sr. Petrírena, y un artículo de D. César Villalba acerca del puente sobre el Esla, el mayor de España en hormigón armado, y cuyo proyecto redactó el malogrado ingeniero D. Francisco Martín Gil.

Se publicarán, además, varios amplios extractos, como de costumbre, y la importante "Sección documental" con más de cien referencias de artículos de revistas.

A partir de este número insertaremos referencias de los artículos españoles, además de los extranjeros, lo que no hemos hecho hasta ahora para ponernos al corriente de lo publicado en revistas técnicas extranjeras desde principio de año.



# LA COLABORACIÓN DEL ARQUITECTO Y EL INGENIERO EN

## LA CONSTRUCCION DEL MERCADO DE REIMS

Extracto taquigráfico de una conferencia del Arquitecto  
M. Maigrot, pronunciada en París el 21 de marzo de 1934

El hormigón armado, contrariamente a la idea que muchos tienen, es, en primer lugar, un material ligero, tanto desde el punto de vista de la realización como de las transformaciones o modificaciones eventuales. Ligero en la realización, porque permite todas las soluciones y se presta a todas las exigencias, ligero y adaptable a las modificaciones con la condición, sin embargo, de someterse a la dirección de especialistas de notoria competencia.

Se acostumbra a decir que el hormigón armado es monolítico, y muchos creen que es necesario hacerlo sin discontinuidad alguna, siendo después imposible ya toda transformación.

Una obra de hormigón armado es monolítica después de acabada, pero prácticamente su realización no puede hacerse más que por fases sucesivas.

Su monolitismo es una de las grandes ventajas del material, porque aumenta el coeficiente de elasticidad y la resistencia de las construcciones en proporciones considerables con relación al coeficiente teórico.

La preparación de un proyecto de hormigón armado no consiste en el establecimiento de ábacos y cálculos difíciles; consiste en primer lugar en una búsqueda de formas que deben de terminarse de un modo racional, teniendo en cuenta simultáneamente las necesidades de utilización de la construcción, las posibilidades técnicas del material y los medios auxiliares para su puesta en obra.

El proyectista no puede desinteresarse de las posibilidades de realización de la contrata sin exponerse a cometer graves faltas de concepción, pero no es necesario, como se oye corrientemente decir, que el Arquitecto, para seguir eficazmente

la edificación de la obra que ha concebido, deba poseer los conocimientos precisos para comprobar todos los cálculos y poder en caso necesario hacerlos él mismo.

Sería tener muy pobre concepto del empleo del hormigón armado el querer reducirlo a una cuestión de cálculo puramente. Es necesario que el Arquitecto tenga el sentido constructivo; es conveniente que conozca las posibilidades del material o de los procedimientos que emplea; pero como

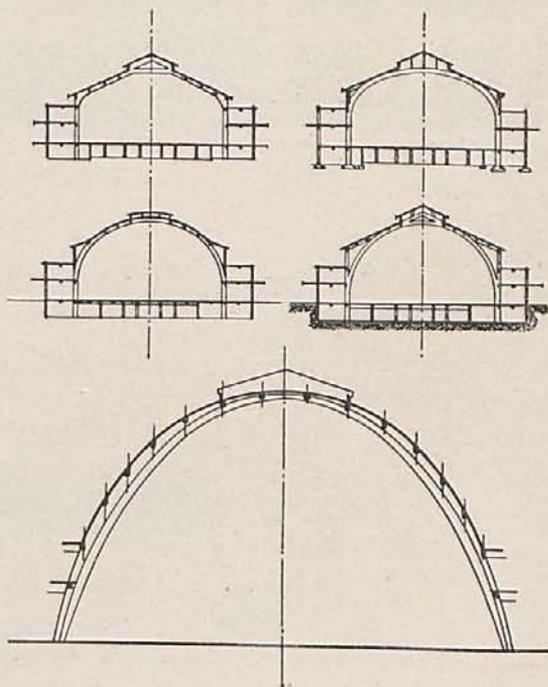


Fig. 1.ª

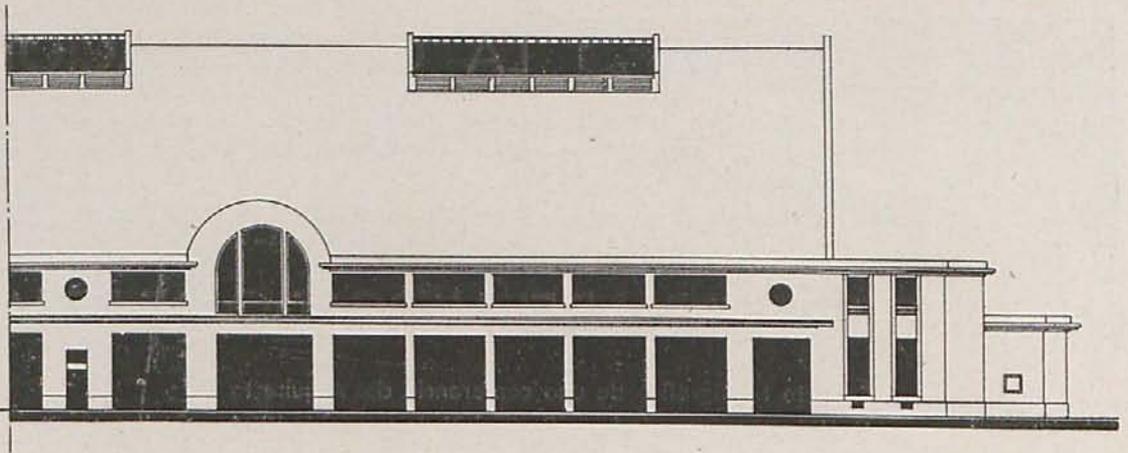


Fig. 2.ª

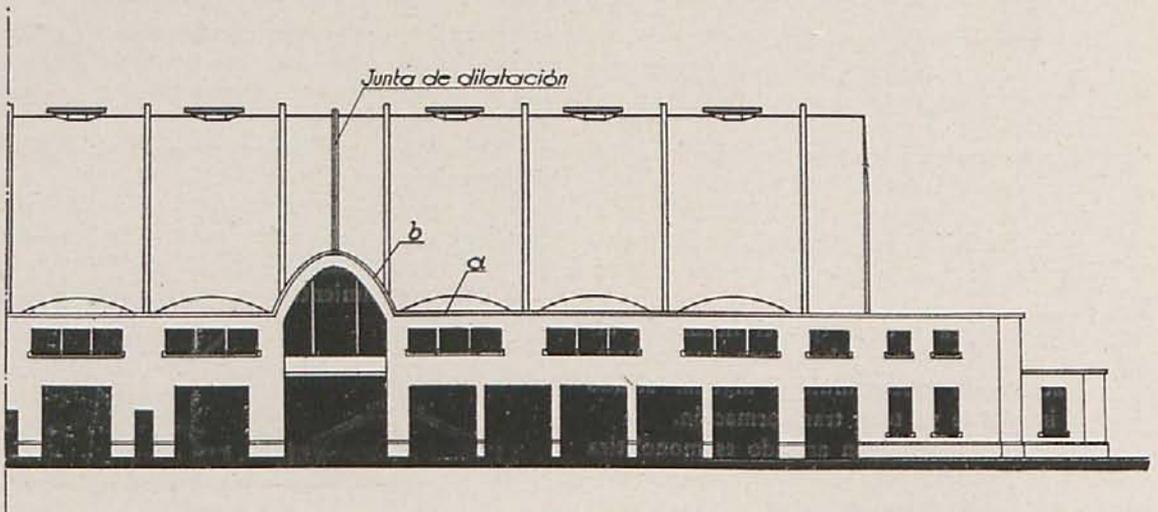


Fig. 3.ª

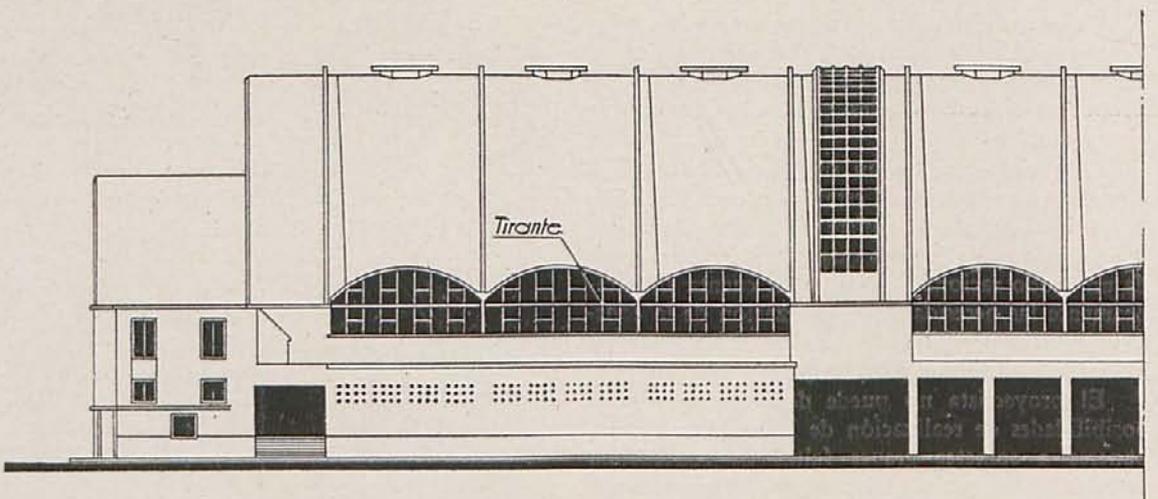


Fig. 4.ª

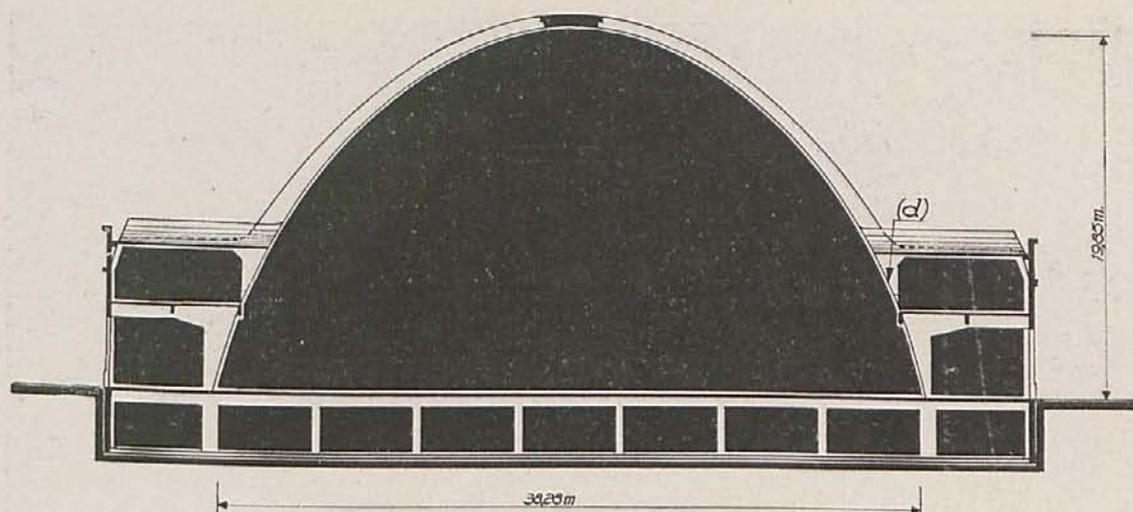


Fig. 5.ª

éstos son muy numerosos no puede especializarse en cada uno de ellos.

Una obra de hormigón armado constituye un todo, y lo que hace falta para concebirla bien es separarse en un principio de toda fórmula y de toda idea de cálculo.

Es necesario poseer la psicología del hormigón, como el médico la del enfermo, y si se me perdona la expresión pensar en hormigón. El Ingeniero, el verdadero, posee esta cualidad.

Ni para el Ingeniero ni para el Arquitecto hay una solución tipo; para todo problema constructivo pueden encontrarse varias, y hay que ir en su busca con amplia libertad de espíritu, pensando que las soluciones, lo mismo para los Ingenieros que para los Arquitectos, están en la punta del lápiz.

No hay que guiarse por ideas de cálculo, repetir soluciones viejas, tratar de asimilarlas, porque resulta de la experiencia que problemas parecidos y que en apariencia no difieren más que en los detalles, exigen en la realidad soluciones completamente distintas; pero para encontrarlas hace falta que el espíritu permanezca libre de todo prejuicio anterior.

En el cerebro de los buenos constructores existe una especie de automatismo, producto de su sentido constructivo, una intuición que en lo subconsciente les advierte que la verdad está próxima, y es solamente en ese momento cuando deben intervenir las fórmulas y los cálculos de comprobación.

Los edificios no se construyen para hacer cálcu-

los, sino que los cálculos se hacen para poder ejecutar los edificios.

Es superfluo entretener al Arquitecto en estudios complementarios que le apesadumbren sin servirle de socorro, y que le llevan muchas veces a limitar sus concepciones a las solas posibilidades de sus conocimientos personales sobre la técnica propia de un material, conocimientos que serán siempre insuficientes.

En cuanto a la influencia del hormigón armado sobre las formas arquitectónicas, hay que señalar la gran equivocación de creer que el hormigón ha impuesto las formas rígidas y los volúmenes cúbicos de la arquitectura de nuestros últimos años. El hormigón empleado en su sentido más pobre no es más que un medio; pilares, vigas y forjados forman un esqueleto, que hubiera podido ejecutarse con otros materiales, dejando al relleno la misión de terminar el edificio; y de ahí ha nacido esta idea general de que el empleo racional del hormigón estriba en las formas rígidas que han invadido la construcción de hoteles y mobiliarios.

Las formas cúbicas de las que se trata de hacer responsable al hormigón armado provienen del empleo de éste por gentes que lo desconocen.

El hormigón armado es el verdadero material de nuestra época. Lo conocemos, o al menos creemos conocerlo, porque en realidad guarda todavía muchos secretos en cuanto a lo que llamamos su biología, sus reacciones y, por consiguiente, sus posibilidades y sus sorpresas.

Estamos con su empleo en ese período feliz

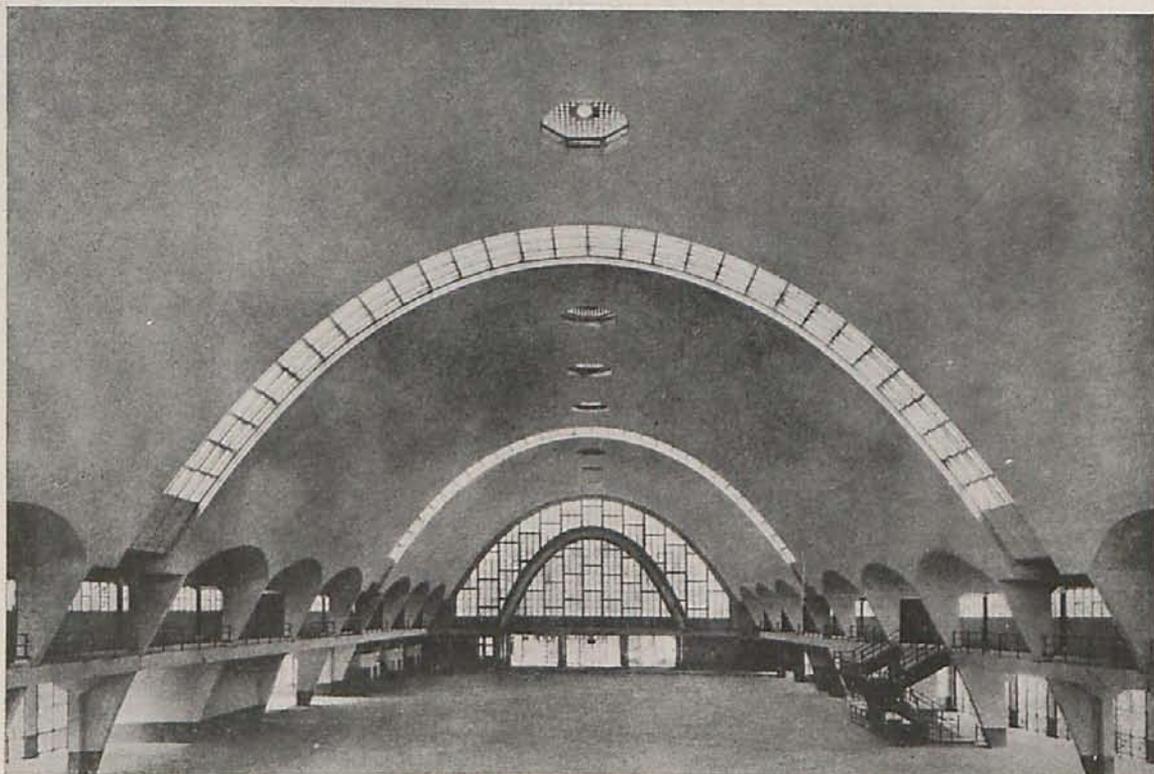


Fig. 6.ª

de la experimentación en el que el material se emplea por sí mismo, por sus recursos propios y también, no lo olvidemos, por las consideraciones económicas que impone la solución de problemas nuevos nacidos de una vida cada día más mecanizada y más industrializada.

Nuestra época es una época ante todo utilitaria, y la naturaleza de la mayor parte de los edificios que construimos se resiente de ello; sus manifestaciones más importantes por el número y el volumen son a la vez de hormigón armado y de orden industrial.

Y si se examinan los numerosos ejemplos que tenemos a nuestros ojos, es fácil deducir que la verdadera forma económica del hormigón es en la mayor parte de los casos la curva; es en lo que el hormigón se aproxima a la verdad, porque la forma curva es una de las formas principales de la naturaleza.

Las formas naturales son siempre las que corresponden al mínimo esfuerzo, lo que en el lenguaje matemático llamamos ley del mínimo trabajo; son las que tomarían los materiales si tuvie-

sen la posibilidad de colocarse en la obra ellos solos; esas mismas formas que encontramos frecuentemente en la naturaleza y que nos ofrecen soluciones magníficas de problemas de resistencia de materiales.

Pues bien, el constructor debe llevar sus progresos en ese sentido; todos los especialistas saben que, aparte de razones utilitarias, la forma racional de una cubierta abovedada es aquella en que la fibra media sigue la curva funicular de los pesos, porque es la que corresponde a los esfuerzos mínimos del material, y son estas razones de estabilidad natural y de mínimo esfuerzo las que hacen que un gran número de construcciones se mantengan a través de las edades, a pesar de las modificaciones profundas producidas por los agentes atmosféricos en el estado físico y químico de los materiales, ingeniándose la naturaleza ante estas transformaciones para adoptar nuevos estados de estabilidad en concordancia con ellas.

El tema de la construcción del mercado de Reims bastará por sí mismo para demostrar la utilidad de la colaboración del Ingeniero y del Arquitecto.

recto, la necesidad de un régimen de confianza recíproca entre estas dos personas que parecen opuestas, pero que en realidad se complementan; y como conclusión, después del deber cumplido en común, viene la simpatía que se establece naturalmente entre los colaboradores, y que muchas veces se transforma en una amistad sólida nacida de la recíproca estimación.

El arquitecto del mercado de Reims no puede decir si esta obra es un éxito o no, pero afirma que sin la intervención inteligente, científica y amistosa del Contratista Limousin y del Ingeniero Freyssinet no se habría construido con la forma actual, sin que ninguno de los tres por separado pueda reclamar la paternidad.

Terminado el proyecto de acuerdo con el Ayuntamiento (fig. 2) se abrió un concurso y se presentaron un cierto número de casas; se hizo un estudio (1), y la elección recayó sobre los Es-

tablecimientos Limousin, que presentaron el proyecto de la figura 3. La planta es exactamente la misma, con la única diferencia de que una de ellas es un plano de Arquitecto (es decir, que los soportes de hormigón armado, por ejemplo, no están acotados), y el otro es el plano del constructor después de hecho el estudio, en el que se precisan todas las cotas; el Ingeniero interviene conservando los mismos principios, pero por razones diferentes aparecen las curvas de las bóvedas de cubierta en fachada; suprime los nervios interiores aparentes del dibujo del Arquitecto, y es la bóveda por sí misma la que comienza a aparecer en toda su desnudez (fig. 5). El Ingeniero hace intervenir las bóvedas en las fachadas laterales (fig. 3), pero respetando siempre el dibujo que se le ha entregado, deja una horizontal paseándose por la fachada en *a*. Por otro lado, la curva *b* presenta en el plano del Ingeniero una forma nueva, alegando que

(1) Según declaración del propio Arquitecto, éste entregó su informe de adjudicación sin abrir las proposiciones de precios, fundándose solamente en el proyecto

presentado. Abiertos los pliegos, resultó ser también la solución más económica.

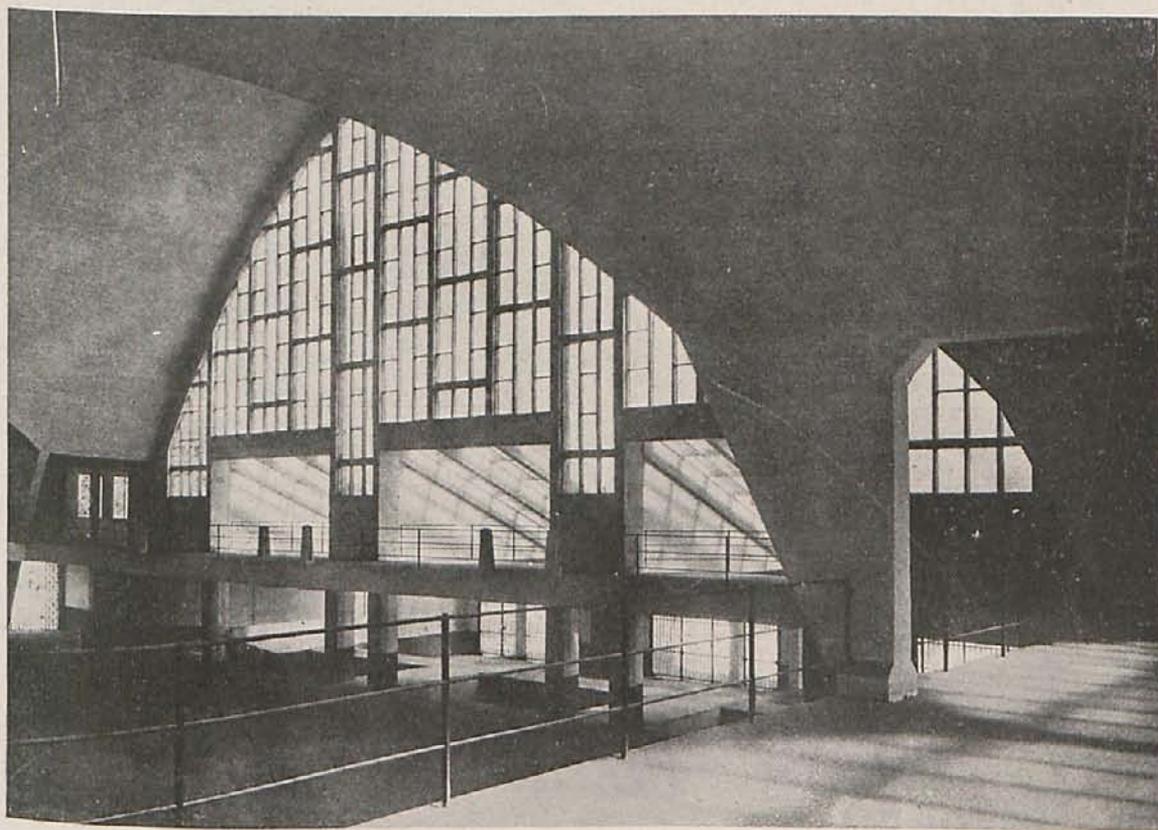


Fig. 7.°

era necesario establecer ahí una junta de dilatación, y que como ésta era de aspecto desagradable, la reemplazaba por una bóveda muy flexible; en este momento empecé a reflexionar, poniéndome en contacto con el Ingeniero, quien me explicó la economía de su proyecto. Me di cuenta: las bóvedas interesaban por razones económicas, que se me explican; pero entonces, ¿por qué se ha mantenido la línea recta en fachada? Porque el Arquitecto la tenía puesta; eso no era una razón para dejarla siendo un error. Volví a empezar mi estudio, pregunté si esa junta de dilatación era absolutamente necesaria, se me contestó que sí, y, no pudiendo evitarla y después de muchos tanteos, llegué al motivo arquitectónico de la claraboya cenital en la bóveda principal (fig. 4) en lugar del simple corte de la figura 3.

Después de intervenir el Ingeniero y de reemprender su estudio el Arquitecto, resultaba que en la fachada lateral había curvas donde antes aparecían rectas e inversamente; y se comprende fácilmente el porqué: es que todas estas bóvedas habían quedado aparentes, y en lugar de buscar las ventanas donde no eran necesarias, preferí dejar las bóvedas aparentes.

Sin embargo, el constructor había indicado la necesidad de establecer un tirante porque durante la ejecución hecha por partes había que absorber el empuje de las bóvedas. Admitiendo, pues, la necesidad de este tirante, no solamente lo mantuve, sino que me serví de él en fachada, continuando esta línea recta a modo de cornisa sobre las cuatro fachadas, lo que presta una gran calma al conjunto sin haberlo previsto.

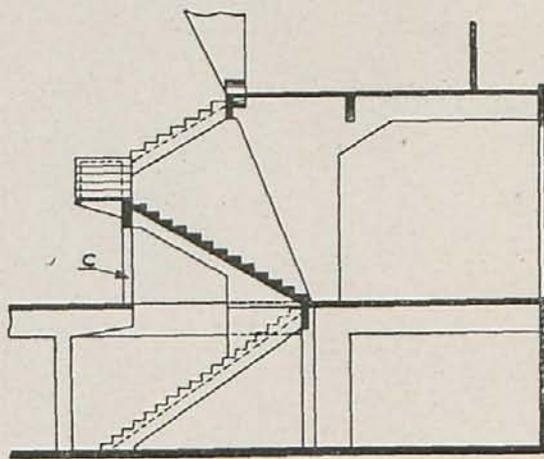


Fig. 8.ª

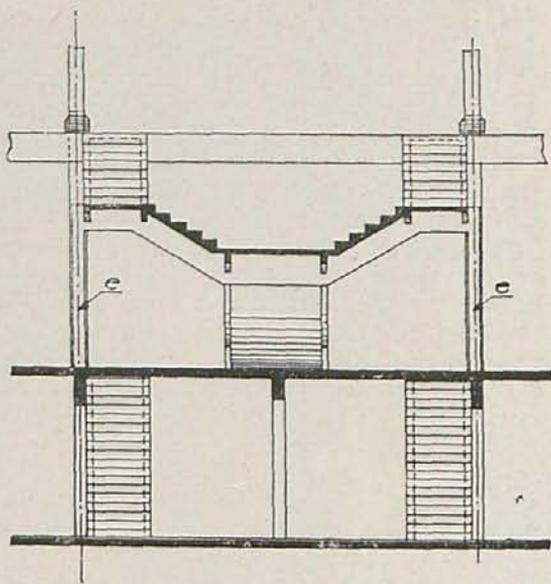


Fig. 9.ª

En los croquis de la figura 1 se pueden apreciar mis dudas. Dudaba yo mismo de encontrar una forma. Me detuve en el croquis último porque me parecía haber llegado a encontrar una fórmula posible. Esta curva, interpretada por el Ingeniero, es la que tomó la forma de la figura 5, completamente distinta, aunque manteniendo la misma idea. Entre otras cosas, las viguetas han desaparecido; había mucho interés en aprovechar al máximo el espacio libre para la circulación a la altura del primer piso, y por eso se redujo el ancho del nervio (*d*) de la bóveda en ese sitio (fig. 5), lo que resultaba más económico y más satisfactorio.

A esto se llegó después de todo este estudio; los principios se conservan, pero el conjunto aparece ahora, a mi modo de ver, perfectamente expresado en hormigón armado, tanto en las proporciones de sus elementos como en el aspecto exterior.

En la figura 6 se ve el interior del mercado.

La figura 7 da idea de la disposición del piñón, en el que se había decidido dejar una circulación a la altura del primer piso por el interior de aquél, para que los que circularan por ese paso pudieran ver las partes inferiores. Parece bastante complicado, pero en el grabado se ve claramente la solución adoptada.

Por último, la escalera tiene una forma bastante extraña, que me produjo muchos quebraderos de cabeza, y solamente gracias a nuestra colaboración perfecta se pudo resolver, demostrando con



Fig. 10

ello que se puede modificar el hormigón armado, aun después de colocado en obra.

En la figura 8 se representa un corte en el sentido del menor eje de la escalera.

En la figura 9 se ve el dibujo del Ingeniero que sirvió de base, y sobre el que cometí el error de no comprobarlo por mí mismo; no me había fijado en los soportes *e*, que no deberían haberse colocado, y en mi oficina los dejaron pasar; hasta que se levantó el encofrado no me di cuenta de la existencia de estos dos soportes en los planos, y de que había cometido un error que debía reparar; pero ¿cómo?; empecé a dibujar muchas cosas, sentía que era necesario reforzar aquello, pero no sabía cómo. Al fin, se estudió la solución de un modo diferente, cortando los pilares extremos y apoyando la estructura en la forma que se indica en la figura 10.

En ella aparece la escalera con los pilares interiores suprimidos y con el refuerzo central ya ejecutado, demostrando con ello la ligereza del hormigón armado y la posibilidad de modificarlo en el curso de la construcción y aun después de ella. Igualmente se aprecia el resultado de la colaboración entre el Ingeniero y el Arquitecto, resultado que ni el uno ni el otro habían podido prever.

---

## LA PRESA DE HOOVER O DE BOULDER

Continuamos la descripción de la marcha de los trabajos de tan importante obra.

Si el transporte del hormigón se hubiera podido hacer con cubas de 0,75 a 1,50 m<sup>3</sup>, como se ha realizado en otras presas construídas por el Bureau of Reclamation, no hubiera sido necesario ningún movimiento de la masa para su colocación en obra y su consolidación, obteniéndose una buena unión entre unas masas y otras con un "slump" de 4 cm. solamente; pero siendo necesario colocar el hormigón en cubas de 6 m<sup>3</sup>, es imposible depositarlo exactamente como se desea, y por consiguiente hay que extenderlo siempre algo y aun transportarlo a veces horizontalmente en pequeñas distancias, para lo cual es necesario que la masa pueda fluir, lo que siempre representa un peligro de segregación.

Los ensayos efectuados en el laboratorio con-

dujeron a la conclusión de que la compacidad por vibración interna, comparada con los resultados de diferentes procedimientos, produce una distribución más uniforme de las partículas y una mejor contextura del hormigón, con mayor densidad y mayor facilidad para la colocación cuando se trata de masas secas que hayan de extenderse o moverse horizontalmente. Por otra parte, al verter las masas queda siempre una superficie inclinada que ha de cubrirse con la superficie siguiente, y es difícil obtener una buena uniformidad venciendo la tendencia a formar áreas porosas en estas superficies inclinadas. El pliego de condiciones exige que, en general, no se permitirán "slumps" mayores de 7,6 cm. Se hicieron ensayos desde 2,5 a 7,5 cm. y se llegó a la conclusión de que el "slump" 6,5 a 7,5 cm. era el que resultaba más satisfactorio sin necesidad de emplear vibradores. Los "slumps" de

2,5 a 6,5 cm. son manejables y pueden producir un hormigón mejor, siempre que se coloque y se consolide debidamente, pero esto no puede lograrse en la práctica con cubas de 6 m<sup>3</sup>, con el clima de Boulder, y con el equipo de que allí se dispone. Por otra parte, aunque hubiera podido lograrse, el aumento de resistencia hubiese sido solamente de un 10 por 100, y cuando se compara la durabilidad e impermeabilidad de una masa seca contra la disminución de docilidad, contra el aumento de coste y contra la tendencia a disgregación, las desventajas se inclinan del otro lado, no porque el ideal sea imposible de obtener, sino porque no resultaría práctico ni económico dentro de las condiciones exigidas en una obra determinada.

El Bureau of Reclamation entiende que es mucho más importante obtener un hormigón de gran uniformidad que otro más resistente con uniformidad discutible, aclarando que esto no es condenar al empleo de masas secas en grandes volúmenes, pero sí establecer el principio de que en el justo medio está la virtud.

Otro punto esencial en la colocación de las masas es la unión de unas con otras de modo que se evite por completo en las juntas las lechadas u hormigones porosos, capaces de formar canales de paso a las filtraciones. Los ensayos efectuados sobre este punto llevaron a la conclusión de que el mejor sistema de limpieza es el tratamiento de las superficies de hormigón recién fraguado por medio de chorros de agua y aire a presión; y si esto no pudiera hacerse a su debido tiempo, picar y limpiar la superficie con cepillos de alambre. Con estas precauciones se han obtenido impermeabilidades completas en los ensayos efectuados en la parte de presa ya construída.

Por último, para el curado del hormigón se exige que las superficies horizontales de hormigonado se mantengan continuamente húmedas hasta el momento de verter la capa de hormigón superior, independientemente del tiempo que se tarde en hacer estas dos operaciones, y que los paramentos de aguas arriba y aguas abajo de la presa y las superficies de todas las juntas verticales de construcción del interior de la misma se mantengan continuamente húmedas, por lo menos durante dos semanas después de colocado el hormigón.

Como hemos dicho, el hormigonado ha de hacerse por bloques verticales, estableciendo entre unos y otros juntas de contracción, lo mismo en el sentido longitudinal de la presa que en el transversal. Estos bloques varían de tamaño en planta

desde 7,6 × 9,15 m. los del paramento de aguas abajo, a 15 × 18,3 m. los de aguas arriba. Las caras verticales de estos bloques se prolongan de arriba abajo de la presa; los moldes pueden utilizarse cómodamente y están formados por superficies onduladas para producir una mejor unión entre unos bloques y otros.

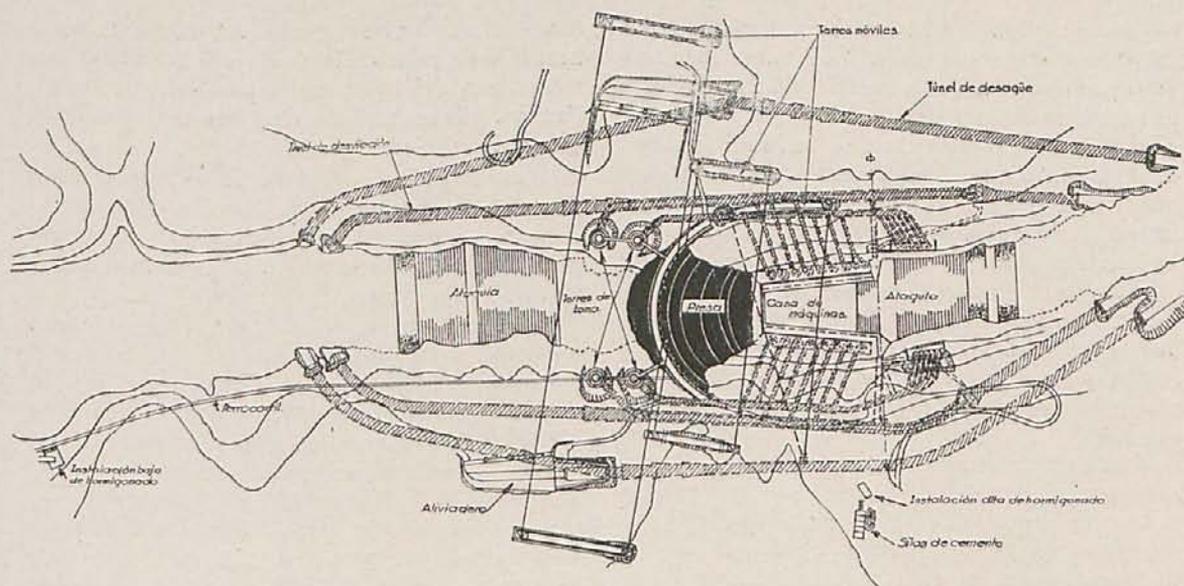
Era necesario, por consiguiente, montar una instalación capaz para colocar el hormigón a suficiente velocidad y distribuirlo siempre en estos macizos sin entorpecer el trabajo de unos con otros y manteniendo una diferencia de nivel máxima entre el más alto y el más bajo de 3 m., dejando un plazo de setenta y dos horas como mínimo entre el hormigonado de una capa y la siguiente, por ser ésta una condición que exigía también el pliego de la obra.

Las instalaciones de hormigonado se han agrupado en dos, una en la parte alta y otra bastante baja, aproximadamente al tercio de altura del alzado de la presa; desde la instalación alta se lleva el hormigón directamente a la presa por medio de cables, y desde la instalación baja se transporta primeramente en ferrocarril a lo largo de la ladera, cogiéndolo después con los cables para verterlo en la presa. Con estas instalaciones que vamos a describir someramente se ha venido obteniendo una media diaria de 5.000 m<sup>3</sup> y un máximo mensual de 155.000, habiendo llegado a alcanzar el máximo diario a 6.000 m<sup>3</sup>.

La instalación de áridos se limita a la extracción y transporte de los materiales con cribado y lavado de la arena, estando toda ella dispuesta para una producción de 700 toneladas por hora.

El cemento llega a los silos colocados próximos a la instalación alta de hormigonado; de allí es extraído por medio de transportadores, que producen al mismo tiempo la mezcla del cemento de diferentes silos y lo vierten en la instalación de transporte neumático, que lo envía a lo largo de una tubería de 30 m. de longitud a la instalación alta de hormigonado, y otra tubería de 1.740 m. a la instalación baja, haciéndose el transporte por procedimiento neumático con un compresor de aire capaz de producir 56 m<sup>3</sup> por minuto.

La instalación baja de hormigonado comprende cuatro hormigoneras de 3 m<sup>3</sup>, con toda la instalación de dosificación automática, y está manejada solamente por un hombre en el aparato de descarga de los áridos, uno en el transportador, dos en los cargaderos de áridos, dos en las hormigoneras y un mecánico para el conjunto.



Planta general de la obra.

La instalación alta se maneja igualmente, pero sin el mecánico ni el peón situado en la descarga de áridos, ya que allí todo el movimiento se hace por gravedad. La instalación automática de carga tiene registradores que señalan la hora exacta de la operación y los pesos respectivos de cada uno de los materiales, así como el tiempo de amasado; la operación completa de cada masa se hace en tres minutos y tercio, comprendiendo un período de amasado de dos minutos y medio. El hormigón producido en la instalación baja se transporta por un ferrocarril de 1.220 m. de longitud, que recorre la ladera hasta llegar a la presa, atravesando un túnel de 610 m. de longitud y un puente metálico de 72 m.

Las plataformas de los vagones están dispuestas para cuatro cubas, si bien normalmente llevan solamente dos alternadas, con lo cual entran en la instalación de hormigonado de tal forma, que pueden cargarse las dos simultáneamente desde las bocas de descarga de las hormigoneras.

La tracción del ferrocarril es eléctrica, por batería y por tercer carril, gracias a lo cual se ha podido disminuir grandemente la punta de consumo y se ha logrado suprimir el carril de toma en los puntos de cruzamiento, agujas y estaciones de carga y descarga, donde su empleo presentaba grandes dificultades.

Las cubas, al llegar a la instalación de hormigonado, reciben cada una de ellas 3 m<sup>3</sup> al descar-

gar dos hormigoneras, y se desplazan inmediatamente hasta colocarse debajo de las otras dos para terminar de cargarse, mientras las primeras hormigoneras repiten la operación y vierten en el vagón siguiente.

Las cubas son de 6 m<sup>3</sup>, de 1,80 m. de diámetro y 2,40 de altura, construídas con palastros soldados de 6,4 mm. de espesor. El fondo consiste en dos puertas semicirculares de eje horizontal; los cables transportan estas cubas colgadas directamente de las puertas para asegurar su cierre, si bien además llevan gatillos de seguridad, y al llegar al lugar de vertido se abren estos gatillos, pudiendo hacerse su manejo a mano o automáticamente; la cuba se levanta mediante la tracción del otro cable, que tira del gancho superior de tal modo que a medida que sube se abren las puertas y descarga el hormigón.

Para el movimiento de estas cubas se disponen cinco cables: dos de ellos de 790 m. de luz, con objeto de cubrir no solamente la longitud de la presa, sino también los aliviaderos; estos dos cables son idénticos y van sujetos a torres móviles a lo largo de vías de 245 m. de longitud, habiendo necesitado su infraestructura grandes trabajos de movimiento de tierras y construcción de fábricas. Otro par de cables de 435 m. de luz van sobre torres también móviles y sobre vías curvas concéntricas. Por fin, otro cable va sujeto a una torre fija por un extremo y otra móvil en el otro,

salvando una luz de 420 m.: la torre móvil de este cable corre sobre una vía de 245 m. de longitud, de forma que la zona de servicio del mismo cubre la casa de máquinas, cruzándose en parte de su recorrido con un último cable de la Administración de 150 toneladas de carga, establecido principalmente para el manejo de los elementos pesados de la casa de máquinas y, sobre todo, los de las tuberías de presión.

Los otros cinco cables anteriores están dispuestos para una capacidad de 25 toneladas y movidos por motores de 500 caballos con dispositivo de recuperación y freno magnético de descenso; sus velocidades son de 91 m. por minuto para la elevación, 128 para el descenso y 370 para la traslación; las torres van movidas por motores independientes de 100 HP. síncronos con mando único para asegurar la traslación correlativa de las dos torres sin agarrotamientos.

Actualmente, el hormigonado se hace desde las dos instalaciones, tomando los cables las cubas directamente de la instalación alta y del ferrocarril que viene de la instalación baja. Cuando se alcanza la cota 720, el plan del hormigonado deberá variar, porque el ferrocarril correspondiente a esta instalación inferior tropezará con el paramento de la presa, y, por consiguiente, no podrá ser cogido directamente por los cables de transporte o, mejor dicho, éstos tendrían que hacer un movimiento transversal, moviendo las torres para llegar al punto de hormigonado, lo que redundaría en una pérdida grande de tiempo. Para salvar este inconveniente se proyecta, a partir de esta cota, una grúa derrick de 51 m. de pluma y 500 HP. de fuerza, situada con su base en la ladera de Nevada. Esta derrick cogerá las cubas de la plataforma del ferrocarril, entregándoselas al cable correspondiente de transporte.

Los operadores de los cables no ven normalmente los puntos de hormigonado y trabajan por señales telefónicas. Los señalistas dan las órdenes por teléfono al operador, de tal modo, que el carro suele ir a la máxima velocidad de 400 m. por minuto con la cuba de 20 toneladas hasta el centro del cauce, donde se detiene el carro, dejando que la cuba continúe su movimiento pendular y volviendo a emprender el movimiento con objeto de llegar a la vertical de la cuba cuando ésta termina su movimiento, alcanzando los señalistas a hacerlo con tal perfección que la cuba queda completamente inmóvil desde el primer momento. Una vez descendida hasta la altura conveniente, abre las puertas, como hemos dicho, y

como al soltar la carga se eleva rápidamente, es necesario tirar del cable de elevación antes de que se vuelva a bajar, lo cual se hace también sin dificultad, eliminando todo peligro para los hombres que trabajan la masa.

Por lo general, éstos no emplean vibradores para el apisonado, sino que éste se reduce simplemente a uniformar la superficie con palas y recolocar algunos mampuestos grandes que han podido separarse de la masa.

Primeramente se pensó hacer el hormigonado por capas de 30 cm. solamente, pero se vió que el hormigón se secaba demasiado, y ahora se hace, como decimos, por tongadas de 1,50 m., llevando el trabajo desde la cara de aguas abajo del macizo hacia la cara de aguas arriba, con objeto de que las superficies inclinadas de cada masa queden en una dirección lo más normal posible a la línea de carga de la presa.

El trabajo de hormigonado en cada bloque se hace normalmente con diez hombres y dos señalistas, a los que hay que añadir otros dos en la estación del ferrocarril para hacer la maniobra de enganche de los cables a las cubas.

Inmediatamente de producido el fraguado inicial de la superficie del bloque, se lava con chorros de agua y aire mezclado, y antes de colocar la nueva capa de hormigón se vuelve a cepillar con cepillos de alambre, y cuando se considera necesario se pica también con martillos.

La superficie del hormigón se mantiene continuamente húmeda hasta que se vierte la capa superior, llegando a emplearse hasta 70 hombres para este riego en las épocas de calor; el contenido de hierro del agua del río produce en la superficie del hormigón una coloración bronceada que presta al macizo una gran uniformidad de color con las laderas.

El sistema de moldes no presenta particularidad especial; son de madera con forro metálico, de 1,50 m. de altura, y con montantes que sobresalen hacia abajo 1,50 m. también para anclarse en forma de ménsula sobre el molde inferior; llevan además en la parte alta tensores que se sujetan al hormigón ya fraguado. En el pasado año se emplearon unas treinta veces sucesivas sin reparación sensible, haciéndose la operación de cada molde sin necesidad de usar los cables de transporte, sino simplemente con pequeños trípodes y trócolas.

Seguiremos dando cuenta a nuestros lectores de la marcha de esta obra.

*Conferencia de D. Modesto López Otero en la Escuela de Ingenieros de Caminos.*

El Sr. López Otero, Director de la Escuela de Arquitectura, dió su anunciada conferencia sobre las aplicaciones del cemento a la conservación y restauración de edificios y monumentos. Después de demostrar que el cemento y el hormigón, tanto armado como sin armar, constituyen los materiales más indicados para la restauración y conservación de monumentos y ruinas, siendo ya totalmente aceptado en todos los países por su facilidad de moldeo y su gran adaptación a todo género de cargas, así como por su inatacabilidad a los agentes externos, hizo un resumen histórico de las principales aplicaciones desde principios del siglo hasta el momento actual.

Hizo una descripción de los trabajos hechos principalmente en los palacios minoicos de Creta; en el templo de Virgilio; en las catedrales de Mesina, Estrasburgo y Reims; en el Pilar de Zaragoza, y en San Andrés, de Madrid; señalando en todas ellas las particularidades de cada caso, la multiplicidad de soluciones que se pueden presentar, y los cuidados y preocupaciones principales de la técnica moderna para no perjudicar ni históricamente ni estéticamente al monumento en cuestión.

Fue muy interesante también la parte que dedicó a la anastolisis del Partenón, aportando interesantísimos datos y fotografías inéditas que realzaron el interés de su disertación.

*Don Alfonso Peña Boeuf, académico de Ciencias.*

El miércoles 6 de este mes ha tomado posesión del cargo de académico de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales el Ingeniero de Caminos D. Alfonso Peña Boeuf, pronunciando un interesante discurso sobre las vibraciones y esfuerzos dinámicos en las estructuras, y siendo contestado por el académico y también Ingeniero de Caminos D. José M.<sup>a</sup> Torroja.

El Sr. Peña presentó el estudio de las vibraciones longitudinales de una pieza prismática recta empotrada en su base y soportando un choque o impacto axial en la otra extremidad; y el de una viga recta, bien apoyada, bien empotrada en sus extremos, soportando el paso de una carga a determinada velocidad, problema particularmente interesante en la técnica de puentes de ferrocarril.

El primitivo estudio de Boussines es prácticamente inaplicable, y el de Clebsch, aun con las adiciones de Stokes, se aplica solamente a la viga libremente apoyada en sus extremos. Siguiendo este método, el momento dinámico de flexión puede considerarse como suma de

tres: el estático, el debido a la inercia de la carga al seguir la elástica de la viga y el de vibración de la viga.

Estableciendo las ecuaciones diferenciales y haciendo los desarrollos correspondientes, el Sr. Peña llegó a deducir fórmulas sencillas para el coeficiente de impacto.

El Sr. Torroja puso de relieve los méritos del nuevo académico y recordó a los ingenieros de Caminos que habían pertenecido a la Academia desde su fundación.

El Sr. Peña fue muy felicitado por su trabajo, con el que inicia su labor académica.

*Conclusiones acordadas en las reuniones de técnicos, como final del cursillo sobre cementos y hormigones.*

1.<sup>a</sup> Se considera necesaria la existencia de un laboratorio de Investigaciones, en relación con los laboratorios de la Escuela de Caminos, para el estudio de cementos, áridos, morteros y hormigones.

Este Centro debería contar con la ayuda y colaboración de productores y consumidores.

Este laboratorio podría intervenir en las fábricas que lo solicitasen para inspeccionar la calidad de sus productos. El cemento inspeccionado de esta manera y comprobado como bueno no puede estar sujeto en la obra más que a reducido número de ensayos, que no podrán durar más de siete días. El resultado de la inspección y comprobación de los cementos por el laboratorio de Investigación deberá constar en certificado expedido por éste a petición de los fabricantes, y servirá para eximir al cemento en toda obra pública de otros ensayos que los indicados en el párrafo anterior, pero en modo alguno para establecer preferencia sobre el empleo en las obras de determinados cementos.

2.<sup>a</sup> El laboratorio que se cree en virtud del artículo anterior redactará las condiciones y proporciones en que puedan o deban mezclarse con el cemento Portland las sustancias susceptibles de adicionarse, y las condiciones que reúna el material producido en esas condiciones.

Propondrá a la Superioridad la aprobación de esos pliegos para ser preceptivos o potestativos, según los casos, en las obras de carácter oficial.

3.<sup>a</sup> Se propone a la Comisión del Pliego general de Cementos la mayor facilidad en la inclusión de nuevos conglomerantes, fijando su denominación y características de acuerdo con el Centro de Investigaciones del Hormigón.

4.<sup>a</sup> Dada la importancia que en las obras tiene el fenómeno de la retracción, y considerando que es una cuestión no bien estudiada todavía, sobre todo en lo referente a temperaturas, se propone la conveniencia de

desarrollar un plan completo de estudios y experimentos sobre este tema.

5.<sup>a</sup> Al proyectar la composición del hormigón se deben garantizar las condiciones de compacidad y resistencia en obra, teniendo en cuenta los medios y materiales disponibles, aunque ello imponga perder algunas cualidades teóricas que se juzguen como óptimas.

6.<sup>a</sup> En cuanto a la forma de establecer en los pliegos las condiciones que ha de cumplir el hormigón, se expresaron las dos propuestas siguientes:

a) Teniendo en cuenta que en la dosificación de hormigones lo interesante es la resistencia del mismo, deben fijarse estas características como fundamentales en los proyectos, cuadros de precios y presupuestos, sin descomposición detallada de los distintos elementos que lo integran, comprometiéndose la contrata a ejecutar esta clase de obra por el precio fijado en los cuadros y con la composición de cemento y áridos de distintas características que fije en cada caso el ingeniero encargado, previo asesoramiento, si lo estima conveniente, del Centro de Investigaciones, para conseguir el hormigón cuyo precio y resistencia se ha fijado.

El contratista podrá proponer la dosificación de la constitución del hormigón, que deberá ser aceptada por el precio del proyecto en caso de que tenga las características de resistencia figuradas en el proyecto, previos ensayos y asesoramiento del Centro de Investigación.

b) Se procurará que el hormigón se defina en los pliegos de condiciones (a semejanza de lo que se hace con otros materiales) por sus cualidades útiles finales (normalmente resistencia y compacidad; en casos especiales peso específico, erosión, etc.) y por las que sean necesarias para asegurar su conveniente colocación y uniformidad en obra (docilidad y trabazón).

Sólo se recurrirá a imponer dosificaciones, calidad de los materiales, modo de fabricación, etc., en cuanto dichas cualidades útiles no puedan ser apreciadas directamente y se haga preciso para poder garantizar la calidad o la uniformidad del producto.

7.<sup>a</sup> La vibración del hormigón se considera que puede ser muy útil para la puesta en obra del mismo.

Se expresaron opiniones contradictorias sobre si requiere o no una vigilancia mayor que el apisonado corriente.

8.<sup>a</sup> Los trabajos de orientación moderna del hormigón deben tender a darle mayor adherencia y mayor tenacidad, pues se han obtenido grandes resultados sobre mayores resistencias a la compresión; pero estos resultados no pueden ser perfectamente aprovechables, y hasta pudiera ser peligrosa su equivocada interpretación, mientras no vayan acompañados de una mejora simultánea de la resistencia a tracción la adherencia y la tenacidad.

9.<sup>a</sup> Debe incrementarse la práctica de obtener testigos directamente de la obra ya ejecutada y poner laboratorios sencillos a pie de obra para comprobar su resistencia.

10. La experimentación sobre modelos reducidos

de hormigón o mortero armado, o de otro material que concuerde con las características del hormigón, debe considerarse como una garantía suficiente en aquellos casos en que el cálculo no resulta práctico para resolver el problema, y como comprobación del mismo caso en contrario.

11. Debe intensificarse la experimentación directa sobre grandes macizos y estructuras para comprobar sus resultados con los obtenidos de la experimentación en laboratorio.

12. Dado el perfeccionamiento que ha alcanzado la técnica de las inyecciones y la de preestimación de las propiedades de los terrenos y rocas, se debe considerar su aplicación como un medio eficaz para asegurar la impermeabilización de los embalses y evitar las subpresiones.

Desde el punto de vista técnico se acusa una mayor seguridad y economía en la aplicación de las inyecciones antes de poner en carga hidráulica el terreno.

13. Dadas las ventajas que presentan los firmes de hormigón, y particularmente desde el punto de vista de defensa de la producción nacional, ya que el cemento se fabrica todo lo que se necesite en España y los materiales asfálticos han de importarse en su mayor parte, se considera de alto interés hacer una amplia serie de experimentos sobre tramos de ensayo en diferentes condiciones y con suficiente tiempo de experimentación para hacer más eficaz el empleo en grande de estos tipos de pavimento en nuestras carreteras.

14. El cemento, y con él los morteros y hormigones armados y sin armar, constituyen materiales especialmente aptos para la conservación y restauración de los edificios y monumentos, así como para la protección y conservación de ruinas y excavaciones. Esta preferencia está fundada en su facilidad de aplicación, su fácil adaptación, sus resistencias a los agentes exteriores y al fuego, y posibilidad de resistencia a toda clase de esfuerzos actuando oculta o manifiestamente; pero en este caso con distinción de las antiguas fábricas y al mismo tiempo armonizándolo con el conjunto, por la calidad de su materia, por su masa y admisión de color.

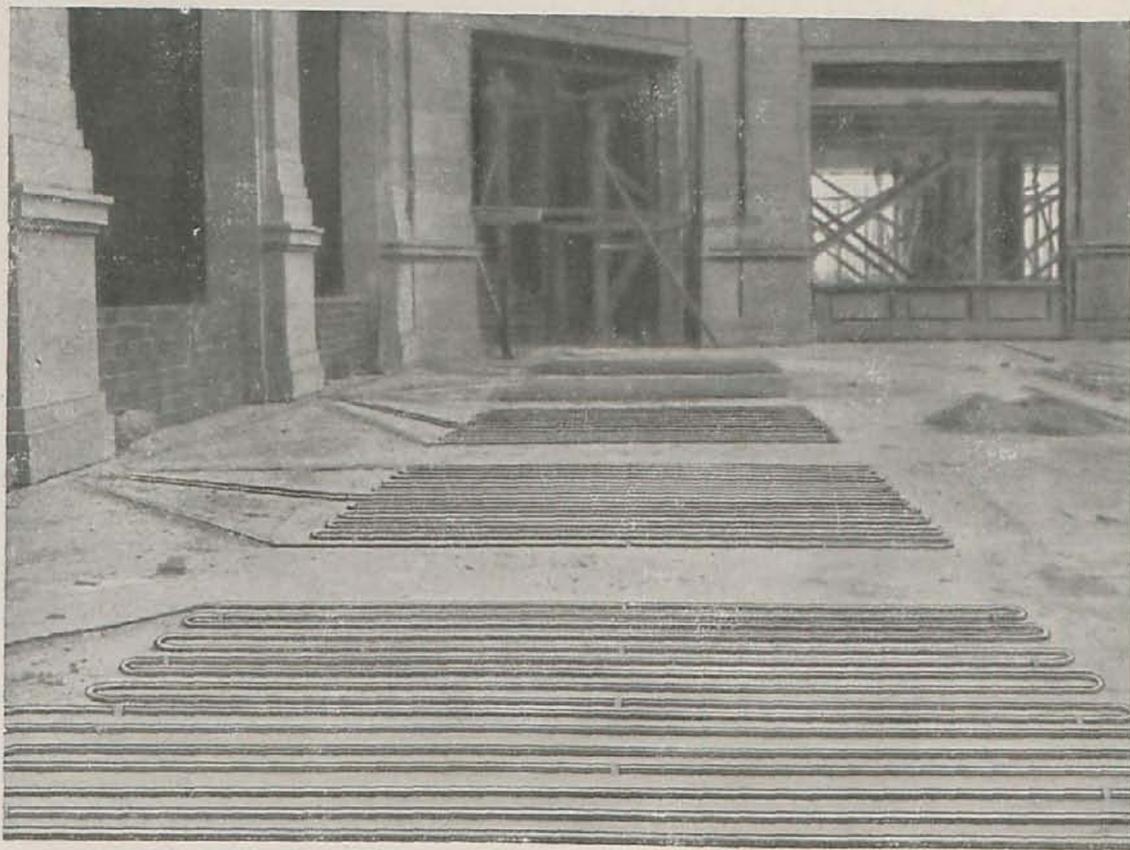
Estas cualidades pueden todavía ser superadas con la posibilidad de nuevos cementos y con la depuración e innovación de métodos constructivos y haciendo aún más perfectas estas aplicaciones.

15. El desarrollo de cuanto antecede ha de dar lugar a gran número de estudios y cuestiones, no sólo teóricas, sino en gran parte de carácter práctico; y dada la importancia que para el Estado tiene el empleo de los cementos, morteros y hormigones, se considera muy conveniente que se cree una Comisión de Cementos y Hormigones, que no sólo haga investigaciones de carácter teórico con la colaboración del laboratorio de Investigaciones, sino que se ocupe también de todo lo relativo a las aplicaciones.

Deberá estar integrada por representaciones capacitadas de técnicos, de fabricantes y de constructores, para cumplir su misión de reunir lo teórico y lo práctico en relación con el laboratorio de Investigación.

# Calefacción por paneles

SISTEMA PATENTADO



Instalación de calefacción por paneles sistema «CRITTALL» verificada en el hall central de público del nuevo edificio del Banco de España, en Madrid.

## Jacobo Schneider, S. A.

**Calefacción - Quemadores de Aceite - Ventilación  
Refrigeración - Saneamiento - Ascensores**

**Niceto Alcalá Zamora, 32  
Tels. 11074 - 11075**

**MADRID**

D 2.—LA PRESA DE HOOVER. (Continuará.)—HORMIGÓN Y ACERO.—Págs. 34-37.—Mayo 1934.

D 2.—ENCUESTA SOBRE LA VIBRACIÓN DEL HORMIGÓN EN GRANDES MASAS (PRESAS, DIQUES, ETC.).—Denian, Bolomey, Brice, Broquaire, Campus, Chagnaud, Coyne, Outrey, Feret, Graf, Beauchamp, Koch, Lebel, Hersent, Miche, Quennessen, Renaud, Santimon, S. G. Entreprises, Allied Machinery.—*Science et Industrie*.—Págs. 44-89.—Febrero 1934.

Serie de contestaciones a la encuesta.

D 2.—LA ELABORACIÓN DEL HORMIGÓN.—S. Steuermann.—*Beton und Eisen*.—Núm. 6.—Págs. 85-95.—8 figuras.—20-3-1934.

El índice de este trabajo, muy completo, es: 1. Consistencia del hormigón.—2. La lechada de cemento.—3. Fundamentos físicos del transporte del hormigón.—4. El hormigón colado.—5. El hormigón colocado por medio de bombas.—6. El hormigón por canaletas.—7. El hormigón vibrado.—8. La compresión del hormigón.—9. El hormigón apisonado.—10. Observaciones finales.—Da, por último, bibliografía muy abundante y moderna.

D 3.—UN DISPOSITIVO PARA MANTENER A DISTANCIA LAS BARRAS EN HORMIGÓN ARMADO.—Kammüller.—*Beton und Eisen*.—Núm. 5.—Págs. 79 y 80.—7 figuras.—5-3-1934.

Arandela que se coloca normalmente a las varillas, por medio de unas tenazas especiales, y que se apoya sobre los encofrados, permitiendo mantener las armaduras a las distancias debidas. Es muy práctica.

D 3.—LA SOLDADURA ELÉCTRICA EN HORMIGÓN ARMADO.—E. Lucan.—*Beton und Eisen*.—Núm. 5.—Págs. 74 a 76.—5 figuras.—5-3-1934.

Ensayos realizados con tres tipos de empalmes soldados. El primero, por simple contacto de las barras a unir, con longitud de soldadura de 12,5 centímetros, o sea aproximadamente de 5 D. El segundo, con dos varillas cubriendo las barras a empalmar. Y el tercero, con una sola, soldada a las dos piezas a enlazar.

D 4.—¿ENCOFRADOS DE MADERA O METÁLICOS?—A. Schuler.—*Beton und Eisen*.—Núm. 5.—Págs. 76 a 79.—9 figuras.—5-3-1934.

Pasa revista a diferentes obras construídas con varios tipos de encofrados metálicos y llega a la conclusión de que tanto unos como otros tienen adecuado empleo, según el resultado del estudio que se haga en cada caso.

D 6.—EFECTOS DEL AGUA DE MAR EN EL HORMIGÓN.—*Concrete*.—Pág. 272.—Abril 1934.

Los estudios efectuados en los muelles de Wotford comprueban la influencia de la dosificación y de las puzolanas.

D 6.—EL TRABAJO DEL HORMIGÓN EN INVIERNO.—*Engineering News Record*.—Págs. 294-297.—1-3-1934.

Discusión en la última reunión del American Concrete Institute de la influencia del frío en el fraguado y durabilidad del hormigón.

D 8.—SOBRE LA INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LOS ELEMENTOS DE HORMIGÓN EN RETRACCIÓN.—O. Graf.—*Beton und Eisen*.—Núm. 7.—Págs. 117-118.—5-4-1934.

Se considera el efecto de la retracción en prismas al aire libre y en lugares cerrados, en relación con el tamaño de las piezas de hormigón.

D 8.—DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL Y TRAZADO DE LA CURVA DE RESISTENCIA INTRÍNSECA DEL HORMIGÓN. L. P. Brice.—*Science et Industrie*.—Págs. 5-13.—Enero 1934.

Determinación hecha sobre probetas cilíndricas con carga axial y carga centripeta.

## SEGUNDO GRUPO.—Cimientos, puentes y estructuras de ingeniería.

E 2.—SOBRE LA RELACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LOS ESCALONES EN LAS ZAPATAS DE CIMENTACIÓN DE HORMIGÓN EN MASA.—O. Colberg.—*Beton und Eisen*.—Número 8.—Págs. 128-131.—20-4-1934.

Después de un estudio con diferentes dosificaciones y cargas, da unos gráficos en que, según la resistencia del terreno y el esfuerzo a tensión máximo admisible del hormigón, se obtiene la relación más conveniente de base a altura de los escalones.

E 3.—ENSAYOS SOBRE PILOTES INYECTADOS A ALTA PRESIÓN.—F. Marnitz.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 9-10.—Págs. 83-84.—2-3-1934.

Como continuación de los cálculos publicados en el número 39-40 (1932), el autor describe los ensayos efectuados, que confirman aquéllos, según los cuales se puede conseguir buenos resultados dimensionando debidamente las secciones de los pilotes.

E 3.—PILOTES DE ROSCA DE HORMIGÓN ARMADO.—*Concrete*.—Págs. 273-277.—Abril 1934.

Descripción poco detallada de un varadero cimentado con pilotes de rosca de hormigón.

E 4.—CIMENTACIÓN CON CAJONES ACUPULADOS PARA EL PUENTE DE SAN FRANCISCO.—C. M. Purcell y G. B. Woodruff.—*Engineering News Record*.—Págs. 431-436.—5-4-1934.

Enorme cajón de hormigón armado para llevarlo por flotación e hincarlo mediante dragado por el interior.

E 6.—REFUERZO DE UNA PILA EN EL PUENTE DE HEMBRUGH, EN AMSTERDAM.—K. Lenk.—*Der Bauingenieur*.—Números 13-14.—Págs. 133-135.—30-3-1934.

Puente metálico para ferrocarril con dos tramos centrales de 60 m. y dos laterales de 65 m. Los dos primeros, uno solo en realidad, giran alrededor de su pila común para dejar paso a los barcos del canal Nordzee. Al ensanchar este canal hubo que reforzar la pila de dentro de tierra en que apoya el tramo giratorio. Esta pila, cimentada sobre pilotes, se reforzó hincando unos cajones de aire comprimido a más profundidad. Se realizó la obra sin interrumpir el tráfico.

E 10.—REVISIÓN DE LOS ENSAYOS DEL TERRENO PARA UN DEPÓSITO ELEVADO.—F. S. Besson.—*Engineering News Record*.—Págs. 345-346.—15-3-1934.

Errores producidos en los ensayos por las disposiciones defectuosas adoptadas.

E 13.—DEFECTOS DE PROYECTO EN UN DEPÓSITO ELEVADO OBSERVADOS A CAUSA DE UN TERREMOTO.—J. Huber.—*Engineering News Record*.—Págs. 496-498.—19-4-1934.

Los defectos estaban en los ensambles de las piezas del castillete metálico, que no cumplían las normas establecidas.

# SALVADOR AZÚA

○

CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS

OBRAS PÚBLICAS Y PRIVADAS

○

San Sebastián

PRIM, 43

E 13.—SISMÓGRAFO PARA EL ESTUDIO DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS EN LOS EDIFICIOS.—V. H. Heck.—*Engineering News Record*.—Pág. 315.—8-3-1934.

Ligera descripción de un nuevo sismógrafo para las frecuencias corrientes en vibraciones de edificios.

E 14.—ENSAYOS DEL TERRENO PARA CONSTRUCCIÓN DE FIRMES DE CARRETERA.—K. Terzaghi.—*Der Bauingenieur*.—Págs. 143-147.—13-4-1934.

Resultados de las investigaciones americanas.

F 1.—RECUERDOS PERSONALES SOBRE EL HORMIGÓN ARMADO.—J. E. Ribera.—HORMIGÓN Y ACERO.—Págs. 23-33.—Mayo 1934.

F 1.—ESTUDIO DE LAS PLACAS DE ASIENTO PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS SOBRE MACIZOS DE FÁBRICA.—F. W. Seidensticker.—*Engineering News Record*.—Página 318.—8-3-1934.

Da en una tabla las cargas admisibles sobre la fábrica para placas de distintos gruesos y anchos con distintas dimensiones en las vigas de carga.

F 1.—LAS BASES PARA EL PROGRESO Y LOS LÍMITES EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES EN ARCO.—Gaede.—*Der Bauingenieur*.—Núms. 13-14.—Págs. 119-122.—30-3-1934, y Núms. 17-18.—Págs. 182-185.—27-4-1934.

Se analizan las causas de los importantes progresos realizados en los últimos diez años en la construcción de arcos de gran luz. Se comprueba la influencia que tiene el rebajamiento en el aumento de las cargas, y se discuten también las posibilidades futuras y los límites económicos y técnicos para el desarrollo de estas construcciones.

Se trata de la influencia de las cargas móviles, del viento, temperatura, retracción del fraguado, acortamiento elástico, movimiento de los apoyos y del pandeo. Al final compara económicamente los puentes de acero y hormigón armado, dando un cuadro en que las abscisas son la relación de precio de ambos materiales y las ordenadas las luces.

F 2.—EL PUENTE SOBRE EL DANUBIO EN WALHALSTRASSE.—H. Wittenzellner.—*Der Bauingenieur*.—Número 9-10.—Págs. 84-89.—17 figuras.—2-3-1934.

Continuación del artículo del número 7-8, con la descripción del montaje y pruebas del puente.

F 5.—VARIANTE DE LA NATIONAL ROAD ENTRE SAINTE CLAIRVILLE Y OHÍO.—C. C. Brooking.—*Engineering News Record*.—Págs. 311-313.—8-3-1934. (Véase H 2.)

F 5.—LA RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DEL CARROUSEL EN PARÍS.—Morane.—*Annales des Ponts et Chaussées*.—Núm. 1.—Págs. 121-126.—Enero-febrero 1934.

Se acaban de empezar las obras de mejoramiento de las riberas del Sena entre el puente del Carrousel y el Royal, suprimiendo el puerto del Louvre, espacio que se destina a aumentar el desagüe del río. Para el nuevo puente se han proyectado tres arcos, de 43 m. de luz el central y de 36,25 m. los laterales.

F 5.—LOS NUEVOS PUENTES DE HORMIGÓN ARMADO SOBRE EL TÁMESIS.—G. Bolbachevsky.—*Science et Industrie*.—Págs. 99-104.—Marzo 1934.

Reseña de varios puentes en arco de luces medias.

F 6.—CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE ST. LAWRENCE, EN LA ISLA DE ORLEANS.—*Engineering News Record*.—Págs. 356-359.—15-3-1934.

Ligera reseña de este gran puente colgante de 323 m. de luz, y disposición de pila para poder anclar en ella los cables después de construída.

F 9.—HUNDIMIENTO DE UN TERRAPLÉN Y CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE CANAL DE HORMIGÓN ARMADO.—Magnien.—*Annales des Ponts et Chaussées*.—Págs. 106-120.—Enero-febrero 1934. (Véase K 16.)

F 12.—SILOS DE GRANO EN EL PUERTO DE LEITH.—A. S. Fortune.—*Concrete*.—Pág. 195.—Marzo 1934, y Págs. 263-268.—Abril 1934.

Descripción completa de la obra.

F 13.—NUEVOS DEPÓSITOS DE AGUA DE HORMIGÓN ARMADO EN EL PALATINADO.—F. Zeilinger.—*Beton und Eisen*.—Núm. 7.—Págs. 108-113.—5-4-1934.

Dos depósitos de 48,70 m. de altura y 1.000 m<sup>3</sup> de capacidad el uno, y de 52,60 m. de altura y 530 m<sup>3</sup> de cubida el otro.

F 13.—DEFECTOS DE PROYECTO EN UN DEPÓSITO ELEVADO OBSERVADOS A CAUSA DE UN TERREMOTO.—J. Huber.—*Engineering News Record*.—Págs. 496-498.—19-4-1934.

### TERCER GRUPO.—Ferrocarriles, caminos y pavimentos.

G 5.—EL TRANSBORDADOR AÉREO DEL FARO NIVIDIC.—*Génie Civil*.—Págs. 373-378.—28-4-1934.

Descripción del cable aéreo y de las torres de hormigón armado.

G 6.—BRIDAS "STANDARD" PARA EL CARRIL DE 51 KG.—*Engineering News Record*.—Págs. 289-290.—22-3-1934.

Planos completos de la brida y datos sobre ella.

G 6.—SUPERESTRUCTURA DE VÍA CON HORMIGÓN VIBRADO.—H. J. Kolb.—*Engineering News Record*.—Págs. 354-356.—15-3-1934.

Vía de carriles fénix embutidos en una gran losa de hormigón armado continua.

H 2.—EL PROYECTO Y LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE CARRETERAS PROVINCIALES DE GRAN TRÁFICO EN LA REGIÓN RENANA.—Heller.—*Der Bauingenieur*.—Número 17-18.—Págs. 171-175.—27-4-1934.

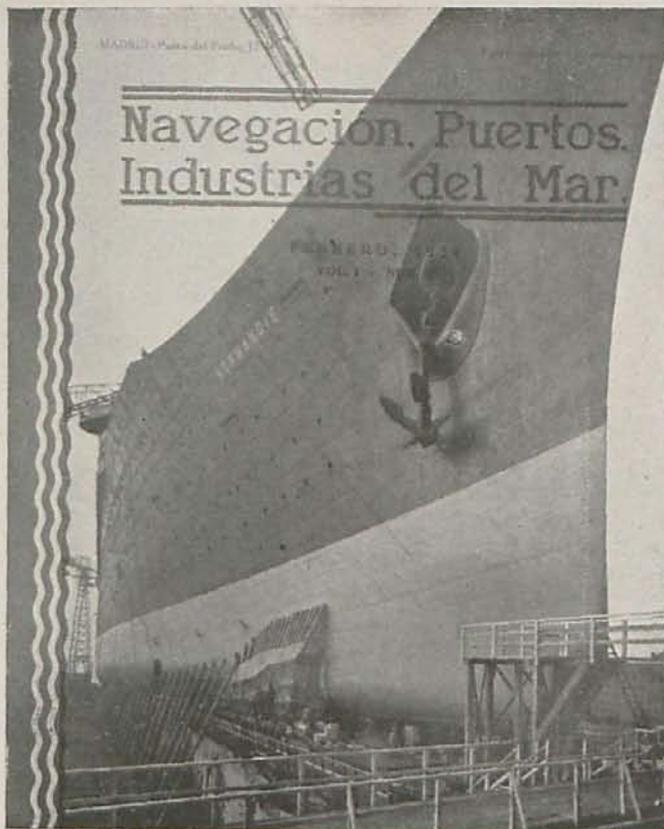
Se describen las carreteras ejecutadas en unos 1.000 kilómetros y proyectadas en unos 600 kilómetros más. Radios de curvas, enlaces, firmes y obras de paso.

H 2.—VARIANTE DE LA NATIONAL ROAD ENTRE SAINTE CLAIRVILLE Y OHÍO.—C. C. Brooking.—*Engineering News Record*.—Pág. 311.—8-3-1934.

Ligera nota descriptiva de las variantes y del viaducto con arcos de hormigón armado.

H 4.—LOS DISPOSITIVOS PARA SUPRIMIR EL POLVO EN LA LUCHA CONTRA LA SILICOSIS.—*Engineering News Record*.—Págs. 284-287.—1-3-1934.

Dispositivos empleados en los aparatos de excavación de la Ciudad Rockefeller y su influencia en la lucha contra la silicosis.



**Una revista para cada  
especialidad**

La revista mensual

**NAVEGACION, PUERTOS,  
INDUSTRIAS DEL MAR**

está dedicada a tratar,  
con toda generalidad,  
los asuntos marítimos



**2 ptas. el ejemplar  
20 ptas. por año**



REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN:  
PASEO DEL PRADO, NÚM. 12  
**MADRID**

La revista mensual

**Ferrocarriles  
y Tranvías**

dedica sus páginas a los problemas técnicos y económicos de los transportes sobre carril

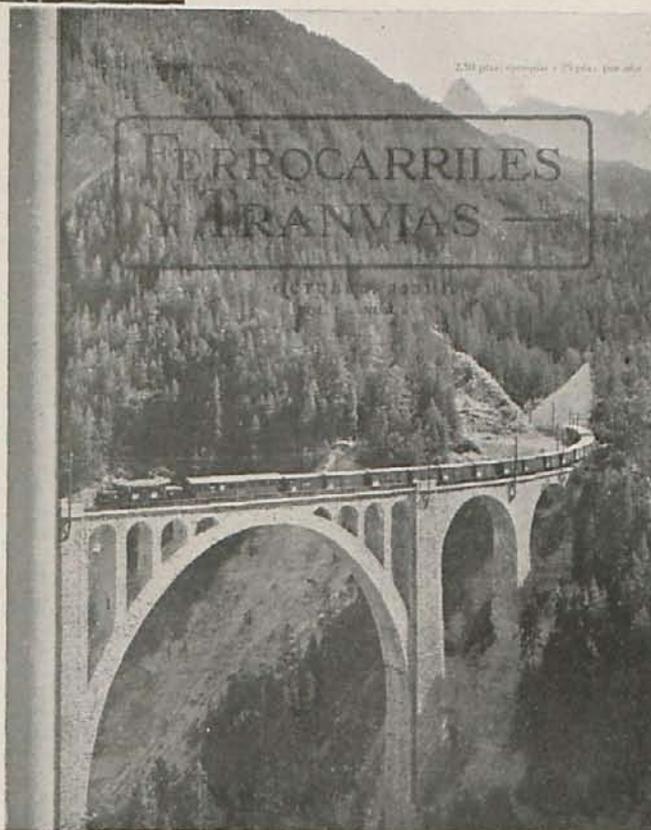


**2,50 ptas. el ejemplar  
25 ptas. por año**



REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN  
PASEO DEL PRADO, NÚM. 12  
**MADRID**

**Si le interesa cualquiera de estas revistas, pidanos un número de muestra, gratuito.**



## CUARTO GRUPO.—Obras hidráulicas y puertos.

J 1.—EL INSTITUTO PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS EN MILÁN.—H. Brandt.—*Der Bauingenieur*.—Número 15-16.—Págs. 165-167.—13-4-1934, y Núm. 17-18.—Págs. 185-187.—27-4-1934.

Describe las instalaciones para ensayo de piedras naturales, arenas, aglomerantes hidráulicos, hormigones y los ensayos sobre betunes, emulsiones, hormigones asfálticos, etcétera. Se describen los aparatos empleados, como el perfilógrafo, el odógrafo, etc.

J 3.—LA CONSTRUCCIÓN DE FIRMES DE HORMIGÓN PARA CARRETERAS EN ITALIA.—L. Santarella.—*Beton und Eisen*.—Núm. 5.—Págs. 72-74.—5-3-1934.

Da los resultados de estos firmes con su desarrollo y las características de su ejecución.

J 3.—LOS ERRORES EN LOS FIRMES DE HORMIGÓN Y SUS CAUSAS.—D. Streit.—*Beton und Eisen*.—Núm. 7.—Páginas 113-116.—5-4-1934.

Se estudian las diferentes características del terreno de apoyo, cimiento, dosificaciones de éste y del firme y juntas.

J 3.—EXPERIMENTACIÓN SOBRE FIRMES DE HORMIGÓN. E. Probst.—*Der Bauingenieur*.—Núms. 15-16.—Páginas 160-162.—13-4-1934.

Trata de la experimentación realizada en los últimos cuatro años sobre esta cuestión, de los defectos que presentan estos pavimentos y cómo pueden evitarse. Los defectos principales los resume por empleo de hormigones demasiado húmedos, falta de materiales de suficiente dureza o exceso de arena fina. Igualmente da mucha importancia al cimiento y a la disposición de las juntas.

J 3.—LAS JUNTAS EN LOS PAVIMENTOS DE HORMIGÓN. J. H. Walker.—*Concrete*.—Núms. 228-235.—Marzo 1934.

Memoria presentada al Instituto de Ingenieros Escoceses, con los resultados y enseñanzas de gran número de tipos de juntas ensayados.

J 3.—HORMIGONADO DE PAVIMENTOS CON ÉXITO A TEMPERATURAS INFERIORES A CERO GRADOS.—H. P. Chapman.—*Engineering News Record*.—Págs. 501-502.—19-4-1934.

Se calentaron previamente los materiales mediante vapor de agua hasta 70° F. (21° C.) y se defendió el pavimento con paja.

J 4.—LA CONSTRUCCIÓN DE FIRMES ASFÁLTICOS PARA CARRETERAS.—E. Herion.—*Der Bauingenieur*.—Número 15-16.—Págs. 156-158.—13-4-1934.

Describe varias carreteras alemanas en que se emplea riego asfáltico y hormigón asfáltico, y da los costes de conservación, para demostrar la economía del sistema.

J 4.—EL MICROAMIANTO EN LA INDUSTRIA DEL ASFALTO Y CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS.—H. Rosenberg.—*Le Constructeur de Ciment Armé*.—Págs. 90-94.—Abril 1934.

La adición de microamianto a las mezclas bituminosas, en lugar de otras sustancias pulverulentas calcáreas, mejora las condiciones de la mezcla, y particularmente su dureza, tenacidad y duración.

K 1.—LA INSTALACIÓN HIDROELÉCTRICA DE OHLE (WESTFALIA).—Scotland.—*Beton und Eisen*.—Págs. 81-84.—20-3-1934. (Véase K 16.)

K 1.—LAS NORMAS PARA EL ESTUDIO DE PRESAS DEL ESTADO DE ARIZONA.—M. G. Remenieras.—*Science et Industrie*.—Págs. 30-38.—Enero 1934.

Normas relativas a cimentaciones, aliviaderos, desagüe y presas de gravedad.

K 6.—LA PRESA DE WEISZERITZTAL, EN LEHNMÜHLE. Gruble.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 11-12.—Págs. 99-106.—16-3-1934.

Se describe esta presa sobre el río Wolden, del tipo de gravedad, altura máxima de 50 m. y ancho en la base de 37.50 m.

K 6.—COMIENZO DE TRES GRANDES PRESAS EN EL NORTHWEST.—*Engineering News Record*.—Págs. 441-445.—5-2-1934.

Generalidades de los proyectos de las presas de Bonnevill, Grand Coulee y Fort Peck, y estado actual de los trabajos preliminares.

K 6.—LA PRESA DE HOOVER.—HORMIGÓN Y ACERO. (Continuará).—Págs. 34-37.—Mayo 1934.

K 13.—LA INSTALACIÓN HIDROELÉCTRICA DE GALLOWAY.—*Concrete*.—Págs. 223-227.—Marzo 1934.

Descripción de las grandes tuberías en hormigón armado de la instalación.

K 16.—EL CANAL ALBERTO.—M. Bonnet.—*Science et Industrie*.—Págs. 17-29.—Enero 1934.

Reseña histórica y descripción del trazado; perfiles longitudinal y transversal; esclusas y puentes.

K 16.—EL CANAL DE LA FLORIDA.—M. C. Moreau.—*Science et Industrie*.—Pág. 105.—Marzo 1934.

K 16.—HUNDIMIENTO DE UN TERRAPLÉN Y CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE-CANAL DE HORMIGÓN ARMADO.—Magnien.—*Annales des Ponts et Chaussées*.—Núm. 1.—Págs. 106-120.—Enero-febrero 1934.

Se trata del grave accidente ocurrido en Artaix, en el canal de Roanne a Digoin (Francia) al hundirse un tramo en terraplén; del proyecto de reconstrucción, cálculos, cimientos, ejecución de las obras y coste.

K 16.—LA INSTALACIÓN HIDROELÉCTRICA DE OHLE (WESTFALIA).—E. Scotland.—*Beton und Eisen*.—Número 6.—Págs. 81-84.—20-3-1934.—15 figuras.

Descripción de esta obra, y especialmente de los canales, en los que hay secciones de muy diferentes tipos y una galería de presión.

K 17.—CONTROL DEL NIVEL DE UN LAGO MEDIANTE DRENES.—W. F. Heavey.—*Engineering News Record*.—Págs. 437-438.—5-4-1934.

Comprobación, en modelo reducido, del proyecto de control de nivel de los lagos de Michigán y Huron.

# ¿Cuántas

*revistas técnicas recibe usted?*

Seguramente  
no tiene tiempo de  
leer todas.

Si se suscribe a HORMIGÓN  
Y ACERO tendrá en una sola  
revista el conjunto y el resumen  
de todo cuanto se hace y se es-  
cribe en el mundo referente a  
construcción.

Sin necesidad de traducir de len-  
guas extrañas, podrá estar ente-  
rado por esta revista mensual,  
tanto de lo referente a construc-  
ciones civiles como a edificación,  
urbanismo, etc.

## HORMIGÓN Y ACERO

Revista Técnica de la Construcción

PUBLICACIÓN MENSUAL

APARTADO 151 - MADRID

Suscripción anual:

España, Portugal y América: 30 pesetas.

Extranjero: 40 pesetas.

NÚMERO SUELTO: TRES PESETAS

L 1.—EL NUEVO PUERTO DE GÉNOVA.—L. Vietti.—*Moderne Bauformen*.—Núm. 4.—Págs. 173-180.—Abril 1934.

Todas las obras de este puerto han sido realizadas de hormigón armado. Las numerosas fotografías muestran que estas construcciones, dirigidas por un ingeniero, son severas y artísticas al mismo tiempo. La belleza no reside en su ornamentación, sino en la inteligencia de su composición.

L 4.—PROYECTO DE MUELLES SOBRE PILOTES.—Ove Arup.—*Concrete*.—Págs. 211-222.—Marzo 1934.

Métodos de cálculo de estas estructuras, con pilotes verticales e inclinados.

L 5.—LAS NUEVAS ESCLUSAS DEL PUERTO DE ESTRASBURGO.—R. Graff.—*Annales des Ponts et Chaussées*.—Núm. 1.—Págs. 74-105.—Enero-febrero 1934.

Descripción detallada de dos nuevas esclusas de 125 metros de longitud, 13,50 m. de ancho y 3,20 m. de calado; medios de ejecución, puertas y mecanismos de maniobra.

#### QUINTO GRUPO.—Edificación, instalaciones y construcciones urbanas.

M 1.—LA EVOLUCIÓN DE LA BÓVEDA ROMÁNICA DESDE MEDIADOS DEL SIGLO XI A PRINCIPIOS DEL XII.—V. Saubouret.—*Génie Civil*.—Págs. 240-243.—17-3-1934.

Estudio del desarrollo histórico de estas bóvedas desde el punto de vista mecánico y del valor sustentante de los aristones.

M 3.—CONSTRUCCIÓN DE UN GARAJE DE HORMIGÓN ARMADO PARA LA DIRECCIÓN DE CORREOS DE POTSDAM.—E. Rausch.—*Beton und Eisen*.—Págs. 69-71.—5-3-1934. (Véase M 6.)

M 3.—ALMACÉN PARA TUBOS DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE MUNICH.—O. Muy.—*Der Bauingenieur*.—Págs. 122-128.—30-3-1934. (Véase M 6.)

M 3.—ARQUITECTURA DE HORMIGÓN.—G. Blein.—*HORMIGÓN Y ACERO*.—Págs. 9-22.—Mayo 1934.

M 4.—BARRACÓN DESMONTABLE DE MADERA.—*Monatshefte für Baukunts und Städtebau*.—Págs. 189-191.—Abril 1934.

Se trata de un pabellón de 21×41 m., constituido por elementos desmontables de madera.

M 5.—GRAN AEROPUERTO PARA NEW ORLEANS, CONSTRUÍDO EN UN RELLENO SOBRE EL LAGO PONTCHARTRAIN.—J. Klorer.—*Engineering News Record*.—Páginas 463-468.—12-4-1934.

Descripción general del aeropuerto.

M 6.—NUEVO ALMACÉN EN BOSTON DOCK.—*Concrete*.—Págs. 285-288.—Abril 1934.

Edificio totalmente de hormigón, incluso fachadas.

M 6.—COMERCIOS Y CALLES COMERCIALES.—A. Schumacher.—*Moderne Bauformen*.—Págs. 121-134.—Marzo 1934. (Véase P 8.)

M 6.—ALMACÉN PARA TUBOS DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD DE MUNICH.—O. Muy.—*Der Bauingenieur*.—Núms. 13-14.—Págs. 122-128.—30-3-1934.

Gran nave de hormigón armado en bóveda de 106 m. de largo por 23 m. de luz, compuesta de cerchas en doble T, moldeadas en taller, y forjados independientes de piedra pómez.

M 6.—CONSTRUCCIÓN DE UN GARAJE DE HORMIGÓN ARMADO PARA LA DIRECCIÓN DE CORREOS DE POTSDAM.—E. Rausch.—*Beton und Eisen*.—Núm. 5.—Págs. 69-71.—5-3-1934.—14 figuras.

Planta trapecial de 19,50×25 m. y 62 m. de altura, cubierta con grandes luces de 14 y 20 m. y con vigas Vierendeel. Da indicaciones sobre el cálculo y disposición de armaduras.

M 7.—LA BASÍLICA DEL SAGRADO CORAZÓN DE MONTMARTRE.—Hulot, Formige y Bevière.—*L'Architecture*.—Págs. 89-96.—Marzo 1934.

Se describe la decoración interior y exterior y la escalinata y gran plaza inferior.

M 7.—LA ESCUELA PRIMARIA Y PROFESIONAL DE VITRY-SUR-SEINE.—H. Gautruche.—*L'Architecture*.—Págs. 73-88.—Marzo 1934.

Se describen las edificaciones realizadas, y especialmente el pabellón para señoritas.

M 7.—NUEVO EDIFICIO PARA EL COLEGIO DE MALBOROUGH.—*Concrete*.—Págs. 282-284.—Abril 1934.

Edificio totalmente de hormigón, incluso las fachadas.

M 7.—LA ESTACIÓN DE EL HAVRE.—H. Pacon.—*Moderne Bauformen*.—Núm. 3.—Págs. 137-142.—Marzo 1934.

Descripción breve, con diez fotografías, de la estación de El Havre.

M 7.—LA NUEVA ESTACIÓN DE EL HAVRE.—R. Levi.—*Beton und Eisen*.—Núm. 8.—Págs. 121-123.—20-4-1934.

Se describe de un modo breve la construcción de la nave y de los puentes de hormigón armado sobre las vías de esta importante y nueva estación de ferrocarril.

M 7.—LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PARÍS.—F. Henry.—*L'Architecture*.—Págs. 97-104.—Marzo 1934.

Se reproducen fotografías y se resaltan los valores de la casa de Cuba y la de los estudiantes armenios.

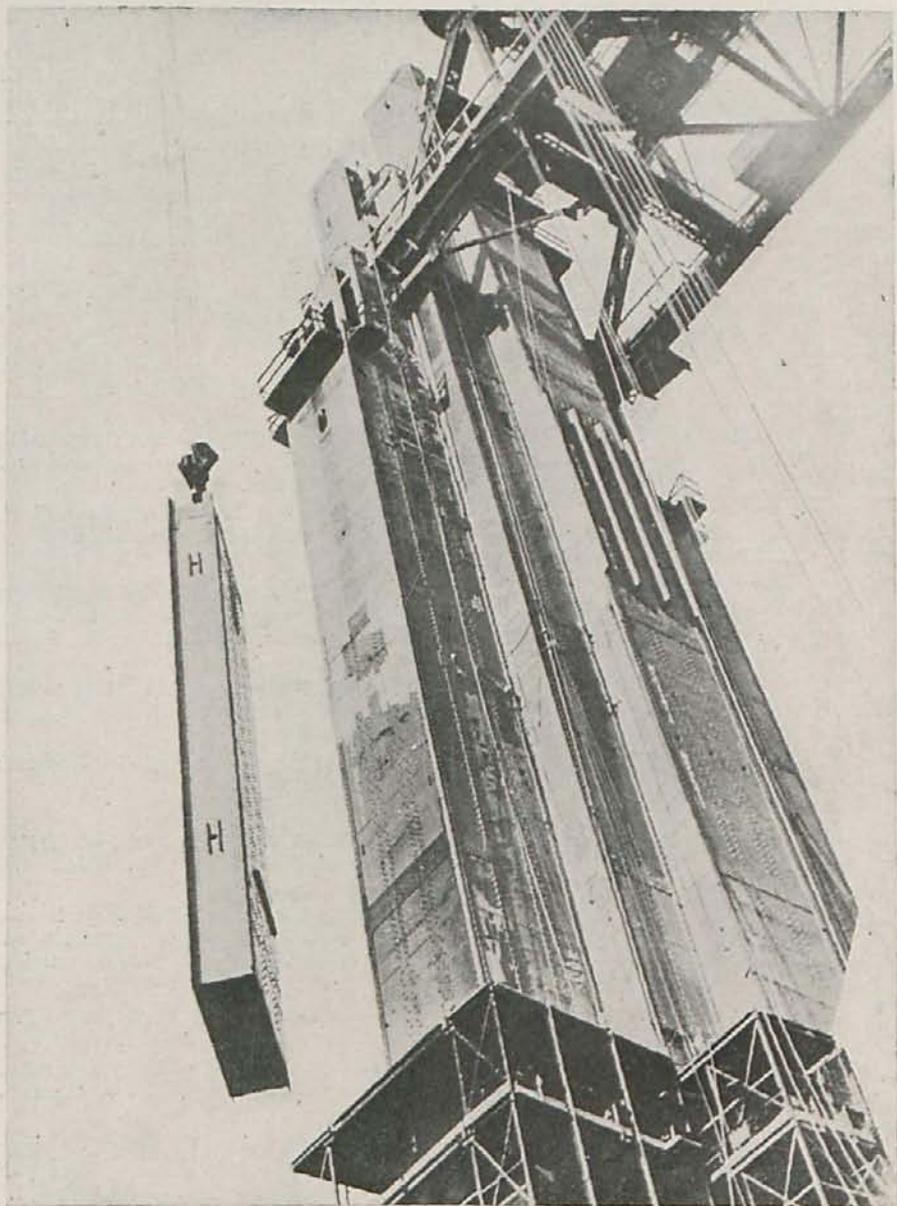
M 7.—LAS IGLESIAS MODERNAS: LA IGLESIA DE LA INMACULADA EN AUDINCOURT.—Bellot y Hezard.—*L'Architecture*.—Págs. 63-72.—Febrero 1934.

Descripción de esta iglesia, construida de hormigón armado.

M 7.—LAS NUEVAS IGLESIAS CONSTRUÍDAS EN MUNICH.—*Monatshefte für Baukunts und Städtebau*.—Págs. 153-168.—Abril 1934.

M 10.—NUEVAS CONSTRUCCIONES EN EL HIPÓDROMO DE HAMBURGO.—G. Meves.—*Monatshefte für Baukunts und Städtebau*.—Págs. 185-188.—Abril 1934.

Nave para apuestas y caballerizas.



Reciente fotografía de la  
construcción del puente colgante  
GOLD GATE en San Francisco.

M 13.—BLOQUES DE PISOS EN KENNINGTON.—J. Fletcher.—*The Architectural Review*.—Págs. 82-86.—Marzo 1934.

Descripción de una serie de grandes bloques edificados sobre una superficie de 73.000 m<sup>2</sup> para una población de unos 6.000 habitantes.

M 13.—COLONIA-RESIDENCIA EN STUTTGART.—*Moderne Bauformen*.—Núm. 4.—Págs. 209-232.—Abril 1934.

Se trata de un concurso de proyectos para construir una colonia sobre una de las pendientes en que Stuttgart se halla emplazado. Se reproducen los proyectos más interesantes que se han presentado al concurso.

N 2.—NUEVOS MEDIOS DE CALEFACCIÓN DE CIUDADES. H. Blum.—*Monatshefte für Baukunst und Städtebau*.—Págs. 149-152 y 202-204.—Marzo y abril 1934.

N 5-N 6.—LAS INSTALACIONES DE LOS TALLERES DE "L'ILLUSTRATION" EN BOBIGNY.—M. Hischman.—*Génie Civil*.—Págs. 14-16.—Enero 1934.

Descripción del sistema de iluminación, *pater noster* y aislamientos acústicos.

N 6.—LA ELECTROLUMINISCENCIA Y SUS APLICACIONES. ACTUALES. (Continuará.)—J. Chanteux.—*Annales des Travaux Publics de Belgique*.—Núm. 1.—Pág. 111.—Febrero 1934.

Se compara el rendimiento y propiedades del alumbrado por radiación luminosa con la electroluminiscencia, o sea debida a la descarga eléctrica dentro de ciertos gases. Después se describen las lámparas de vapor de sodio.

N 9.—LA BASÍLICA DEL SAGRADO CORAZÓN DE MONTMARTRE.—Hlot, Formige y Bevière.—*L'Architecture*.—Págs. 89-96.—Marzo 1934. (Véase M 7.)

N 9.—ARQUITECTURA DE HORMIGÓN.—G. Blein.—*HORMIGÓN Y ACERO*.—Págs. 9 a 22.—Núm. 1.—Mayo 1934.

N 10.—EL INCREMENTO DEL EMPLEO DOMÉSTICO DEL GAS.—W. Coglín.—*The Architectural Review*.—Páginas 101-110.—Marzo 1934.

N 10.—CERRAMIENTOS O VALLAS.—*Monatshefte für Baukunst und Städtebau*.—Págs. 111-116.—Marzo 1934.

Indicación de diferentes tipos de vallas de madera, metálicas y mixtas.

P 8.—COMERCIOS Y CALLES COMERCIALES.—A. Schumacher.—*Moderne Bauformen*.—Págs. 121-134.—Núm. 3.—Marzo 1934.

Se representan numerosas secciones y fotografías de diferentes vías en ciudades importantes para indicar las características de comercios de distintas clases.

## SEXTO GRUPO.—Herramental y medios auxiliares

Q 1.—CUESTIONES DE ACTUALIDAD SOBRE MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN.—T. Rothe.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 13-14.—Págs. 135-136.—30-3-1934.

Se resaltan las nuevas tendencias en los modernos tipos de maquinaria para construcción.

Q 11.—BOMBA PARA HORMIGÓN GIESE ROOYMAN.—Allied Machinery.—*Science et Industrie*.—Págs. 115-116.—Marzo 1934.

Q 11.—EL DESARROLLO DE LA BOMBA PARA HORMIGÓN Y SU CAPACIDAD ACTUAL.—A. Kleinlogel.—*Science et Industrie*.—Págs. 110-114.—Marzo 1934.

Progresos y posibilidades actuales de las bombas, con indicaciones de rendimientos, capacidades y éxitos obtenidos.

Q 11.—BOMBA PARA HORMIGÓN TIPO HOBBS.—F. Fiorentini.—*Science et Industrie*.—Págs. 114-115.—Marzo 1934.

Q 11.—LAS BOMBAS PARA HORMIGÓN Y SU EMPLEO.—M. R. Londais.—*Science et Industrie*.—Pág. 108.—Marzo 1934.

Ligera nota de disposiciones y consumos de energía con diferentes regímenes de trabajo.

Q 11.—UN DISPOSITIVO PARA MANTENER A DISTANCIA LAS BARRAS EN HORMIGÓN ARMADO.—K. A. Müller.—*Beton und Eisen*.—Págs. 79-80.—5-3-1934. (Véase D 3.)

Q 13.—LOS NUEVOS ADELANTOS EN MAQUINARIA PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS.—A. Bonwetsch.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 15-16.—Págs. 163-165.—5 figuras.—13-4-1934, y Núm. 17-18.—Págs. 187-190.—27-4-1934.—9 figuras.

Compara el trabajo a máquina con el manual, y trata del empleo de máquinas para los trabajos preparatorios y para el terminado; de las máquinas auxiliares para firmes de hormigón; del herramental para firmes asfálticos de diferentes clases. Al final da bibliografía.

Q 16.—EL EQUIPO DE UNA OFICINA DE ESTUDIOS MODERNA.—*La Métallurgie*.—Núm. 6.—Pág. 13.—17-3-1934.

Se indican, como continuación del mismo artículo publicado en los números 3, 4 y 5, los medios modernos, tanto en material de dibujo como para reproducción de planos, etc., de que se dispone actualmente para el equipo adecuado de una oficina técnica.

## SEPTIMO GRUPO.—Accidentes, cuestiones jurídicas y económicas.

R 3.—LOS DISPOSITIVOS PARA SUPRIMIR EL POLVO EN LA LUCHA CONTRA LA SILICOSIS.—*Engineering News Record*.—Págs. 284-287.—1-3-1934.

S 4-S 5.—RENDIMIENTO PARA DIFERENTES TIPOS DE OBRAS EN LOS ESTADOS UNIDOS Y EN ALEMANIA.—L. Gröger.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 17-18.—Páginas 190-191.—27-4-1934.

Se indican cuatro cuadros comparativos del rendimiento para los siguientes trabajos: encofrados para hormigón armado, hormigonado propiamente dicho, trabajos de albañilería y enlucidos.

S 5.—BASES PARA CALCULAR LOS COSTES DE TRANSPORTES EN OBRAS MEDIANTE LOCOMOTORA.—L. Baumeister.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 9-10.—Págs. 91-93.—2-3-1934.

Continuación del artículo del número 7-8. En éste se dan unos cuadros resumen con el valor en *pfenigs*, por vagoneta y hora de trabajo, de la amortización e intereses más coste del entretenimiento; y las mismas cifras por mil horas de servicio de 1 km. de vía de diferentes tipos.



# Una

## *pregunta:*

¿No ha buscado usted alguna vez documentación o bibliografía sobre un tema técnico determinado, sin encontrar fuente apropiada?

# Una

## *respuesta:*

La revista HORMIGÓN Y ACERO proporciona en cada número, aparte de varios artículos originales, más de cien referencias de artículos y libros cuidadosamente clasificadas y archivables.



Suscribirse a HORMIGÓN Y ACERO es tener al alcance de la mano el arsenal de datos técnicos más completo que puede formarse en lengua española.

# HORMIGÓN Y ACERO

REVISTA TÉCNICA MENSUAL DE LA CONSTRUCCIÓN

APARTADO 51

MADRID

SUSCRIPCIÓN ANUAL

España, Portugal y América: 30 pesetas.

Restantes países: 40 pesetas.

Número suelto: tres pesetas

## BIBLIOGRAFIA MENSUAL DE LA CONSTRUCCION

## LIBROS

L 1.—O PORTO DE SETUBAL.—A. de M. Cid Perestrello. Director de las obras del Puerto.—1934.

En este folleto, redactado por el conocido ingeniero Sr. Perestrello, se describe la situación geográfica, historia, obras proyectadas y construidas, obras complementarias y movimiento del Puerto de Setubal. En un capítulo final se trata del futuro del puerto dadas sus posibilidades.

M 1.—LESIONES EN LOS EDIFICIOS (SÍNTOMAS, CAUSAS, EFECTOS, REMEDIOS).—Cristóbal Russo.—1934.—Salvat Editores, S. A.—41, Mallorca, 49, Barcelona.

Esta nueva obra editada por la Casa Salvat, compuesta de 273 páginas y 158 figuras, constituye un resumen práctico de las diferentes causas de avería en las construcciones y el medio de repararlas.

Consta de tres partes: en la primera se estudian las causas de las lesiones en edificios corrientes; en la segunda se trata de obras o edificaciones especiales (arcos, bóvedas, cúpulas, torres, etc.), y en la tercera se describen los medios de restauración de los edificios averiados.

## REVISTAS

PRIMER GRUPO.—Generalidades, conocimiento y resistencia de materiales.

B 3.—LA APLICACIÓN A LOS PROYECTOS DE LAS NUEVAS NORMAS INGLESAS PARA HORMIGÓN ARMADO.—C. E. Reynolds.—*Concrete*.—Págs. 179-194.—Marzo 1934, y Págs. 245-262.—Abril 1934.

Abacos y datos prácticos para la aplicación de las nuevas normas. Métodos de aplicación a vigas continuas, losas de cubierta y viguetas.

B 3.—CÁLCULO DE VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO TENIENDO EN CUENTA LAS TENSIONES DE LA RETRACCIÓN EN EL HIERRO.—F. Gebauer.—*Beton und Eisen*.—Número 9.—Págs. 137-143.—5 mayo 1934.

Estudio muy detallado y bibliografía.

B 3.—EL EQUILIBRIO DE LAS SUPERFICIES DE HORMIGÓN SIMÉTRICAMENTE CARGADAS.—P. Mauvernay.—*Génie Civil*.—Págs. 314-317.—7-4-1934.

Sistema de cálculo aproximado.

B 5.—COMPORTAMIENTO DE VIGAS EN T DE HORMIGÓN ARMADO BAJO LA INFLUENCIA DE CARGAS ESTÁTICAS Y BAJO CARGAS REPETIDAS.—F. Treiber.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 13-14.—Págs. 131-133.—30-3-1934, y Núm. 17-18.—Págs. 178-182.—27-4-1934.

Ensayos con tres series de vigas de sección en T de 3 m. de luz y 3,40 de longitud total, con 56 cm. de ancho en la cabeza, 40 cm. de altura total y 18 cm. de espesor del nervio, y variando únicamente la cuantía de la armadura. Para las repeticiones de cargas se llegó hasta 3,9 millones de repeticiones y una duración del ensayo de setenta días. Los hormigones eran de seis meses de edad, para que su resistencia propia no influyera en los resultados.

Se dan los resultados de los ensayos efectuados, y se indica la importancia de la aparición de las grietas. Da las disposiciones más convenientes de las armaduras para evitarlas.

B 6.—DETERMINACIÓN DE LA ELÁSTICA DE UNA VIGA POR MEDIO DE SERIES TRIGONOMÉTRICAS.—A. Q. Jakula.—*Engineering News Record*.—24 mayo 1934.

Desarrollo del método con tablas de aplicación a algunos casos especiales de sobrecarga concentrada y repartida en una parte de la viga solamente bien uniformemente bien según una ley triangular.

B 8.—TABLAS PARA EL CÁLCULO DE ARCOS DE DOS ARTICULACIONES. (Continuación.)—Bela Enyedi.—*Le Constructeur de Ciment Armé*.—Págs. 79-81.—Abril 1934.

Tablas para el cálculo de los momentos flectores máximos bajo la acción de una carga móvfl.

B 9.—ESTUDIO SOBRE PLACAS ARMADAS EN DIAGONAL. K. Stador.—*Beton und Eisen*.—Núm. 10.—Págs. 159-160.—20-5-1934.

Nota para el cálculo de la armadura con distinta relación de dimensiones de la placa.

B 12.—SOBRE EL CÁLCULO DE SISTEMAS HIPERESTÁTICOS.—F. Grassi.—*Le Constructeur de Ciment Armé*.—Páginas 106-110.—Mayo 1934.

Se refiere a vigas Vierendeel con carga disimétrica. (Conclusión.)

B 12.—CÁLCULO SIMPLIFICADO DE ESTRUCTURAS HIPERESTÁTICAS.—C. A. Ellis.—*Engineering News Record*.—Págs. 534-539.—26-4-1934.

Nuevo sistema de cálculo empleando diagramas de Williot, y aplicación a una viga en cruz de San Andrés y a una torre de puente.

B 12.—MÉTODO APROXIMADO DE CÁLCULO PARA PUENTES OBLICUOS EN PÓRTICO.—E. F. Gifford.—*Engineering News Record*.—Pág. 374.—3 mayo 1934.

Aconseja calcularlos como rectos mientras la oblicuidad no pase de 15°, con fórmulas de corrección que da para oblicuidades de 15 a 35°, y por el método de Hodges para oblicuidades de 35 a 50°.

B 12.—CUADROS RÍGIDOS.—W. Cherre.—*Le Constructeur de Ciment Armé*.—Págs. 110-112.—Mayo 1934.

Se refiere al cálculo de un caso concreto. (Continuará.)

B 12.—TEORÍA DE LA LOSAS CONTINUAS SOBRE COLUMNAS.—C. Fernández Casado.—*Ing. y Contr.*—Páginas 369-377.—Junio 1934. (Continuación.)

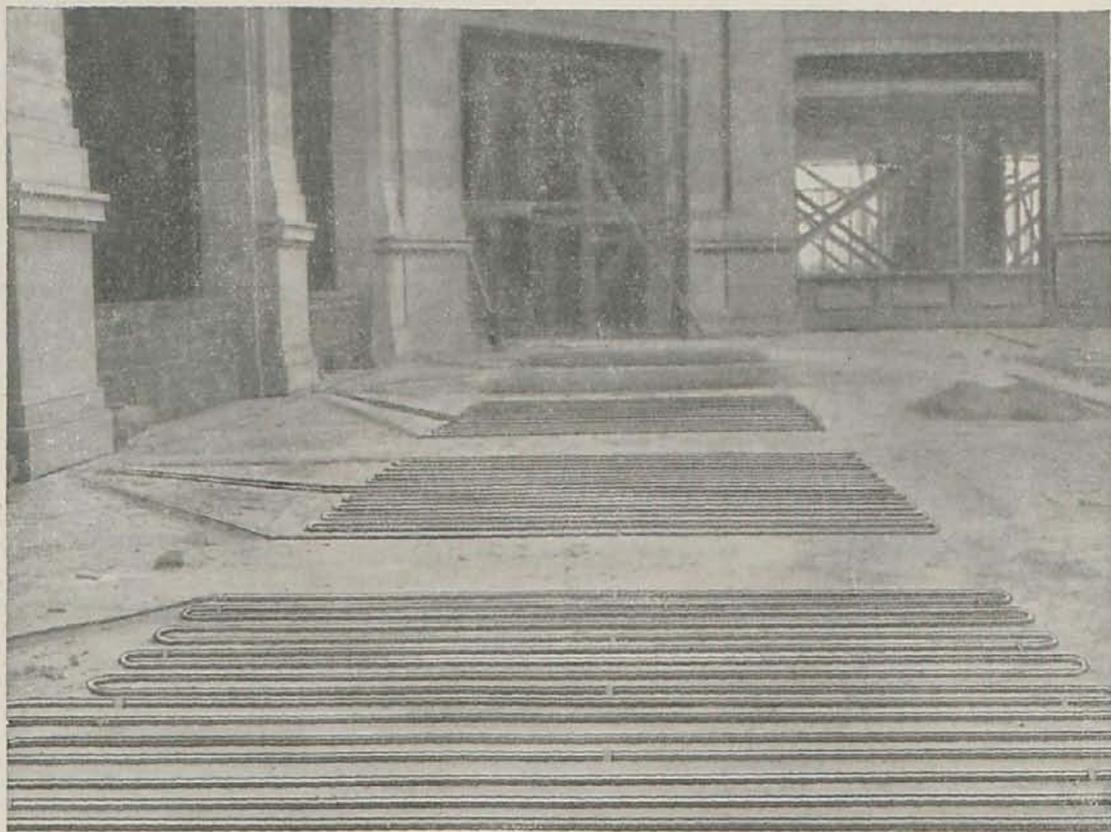
El autor expone los sistemas de cálculo de estos forjados propuestos por el American Concrete Institute, por Marcus y por Lewe.

B 12.—NOTA SOBRE LOS MOMENTOS FLECTORES EN LOS ELEMENTOS DE PÓRTICOS MÚLTIPLES SUPERPUESTOS DE HORMIGÓN ARMADO. (Continuación.)—L. Dementieff.—*Le Constructeur de Ciment Armé*.—Págs. 64-66.—Marzo 1934.

Fórmulas y métodos de cálculo para el caso de cargas móviles.

# Calefacción por paneles

SISTEMA PATENTADO



Instalación de calefacción por paneles sistema «CRITTALL» verificada en el hall central de público del nuevo edificio del Banco de España, en Madrid.

## Jacobo Schneider, S. A.

**Calefacción - Quemadores de Aceite - Ventilación  
Refrigeración - Saneamiento - Ascensores**

---

**Niceto Alcalá Zamora, 32  
Tels. 11074 - 11075**

**MADRID**