

# HORMIGÓN Y ACERO

NUM. 10 - FEBRERO, 1935

REVISTA TÉCNICA MENSUAL DE CONSTRUCCIÓN - MARQUÉS DE CUBAS, 25 - APART.º 151 - TELÉF. 27627 - MADRID  
DIRECTORES: EDUARDO TORROJA MIRET Y ENRIQUE GARCÍA REYES - INGENIEROS DE CAMINOS  
PRECIO DEL F. JEMPLAR: ESPAÑA, PORTUGAL Y AMÉRICA, 3 PESETAS - EXTRANJERO, 4 PESETAS  
SUSCRIPCIÓN ANUAL: ESPAÑA, PORTUGAL Y AMÉRICA, 30 PESETAS - EXTRANJERO, 40 PESETAS

## UN METODO DE TRABAJO

Por ANDRÉ LURÇAT, Arquitecto.—París.

*Con Le Corbusier, André Lurçat ocupa en Francia un lugar preeminente en la moderna arquitectura. Tanto en sus realizaciones como en los concursos, como en sus continuadas campañas, en la tribuna y en la prensa, uno y otro están siempre en pie, siempre en tensión, en lucha constante contra la mala arquitectura, que entre nuestros vecinos anida en la vida oficial. Contra la corriente los dos consiguen no sólo sostenerse, salvarse, sino que sus obras se estudien más allá de las fronteras, sus voces se oigan de lejos y su consejo se solicite incluso en Rusia. Lurçat, como Le Corbusier, no se limitan a ser arquitectos, en toda la extensión de la palabra, como lo demuestra de modo bien palmario su reciente libro sobre el Grupo Escolar de Villejuif; son arquitectos de hoy, llenos de la inquietud política del presente.*

*Actualmente Lurçat se encuentra en Rusia, donde los Soviets han solicitado su concurso en importantes trabajos.*

*Lurçat en su estudio de París trabaja desde hace años rodeado de una juventud estudiosa y cosmopolita que sigue sus huellas.*

Para un Arquitecto la creación de una gran obra y su realización constituye, sin duda, un proceso muy complejo, aunque continuo y bien equilibrado.

Es muy difícil, si no es de manera arbitraria, determinar los diferentes estados de evolución de ese proceso y especialmente el separarlos, ya que forman una cadena ininterrumpida, una cadena dialéctica.

Se puede, sin embargo tratar de describir aproximadamente esos diversos estadios, evaluar su importancia, ordenarlos y, por último, deducir de esta tentativa de análisis el establecimiento completo del proceso verdadero, que llamaremos histórico.

\* \* \*

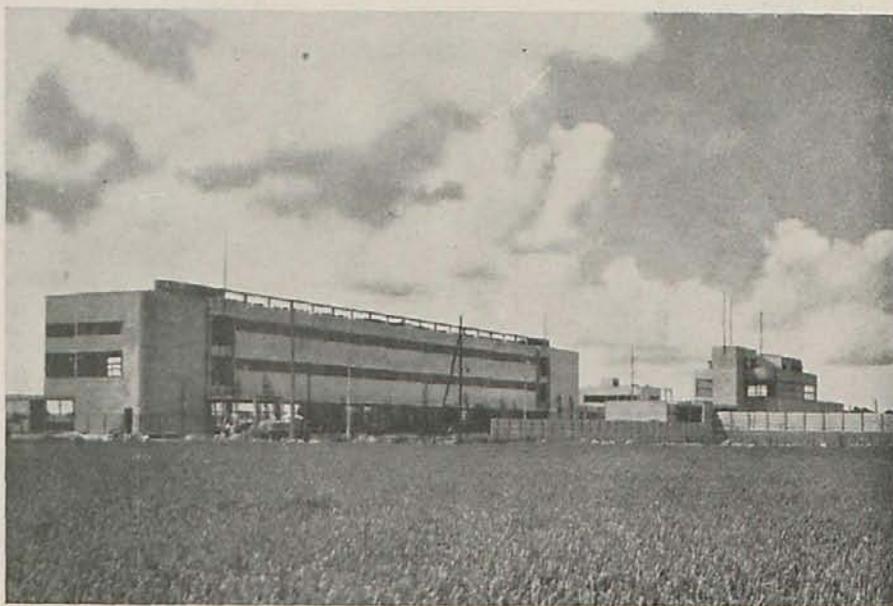
El Arquitecto, colocado en presencia de un problema nuevo, debe antes de emprender ningún trabajo de creación, adelantar su labor de prospección, de información. El resultado de la investigación no aparecerá en toda su verdad sino por el análisis final de los múltiples datos reunidos, por su oposición y su confrontación (pues algunos pueden ser contradictorios), y así las bases concretas del problema podrán determinarse perfectamente, lo mismo que pueden definirse estrictamente las condiciones ma-

teriales y espirituales, en las que la obra deberá estudiarse y realizarse.

Desde luego, para alcanzar toda su eficacia, este trabajo de información deberá conducirse paralelamente por el Arquitecto y por los diversos especialistas a que se refiere el problema dado. Los resultados de las investigaciones de cada uno deberán ser discutidos, analizados, concretados; sin embargo, en las circunstancias actuales el Arquitecto deberá ejercer un control efectivo, pues no debe fiarse enteramente de los cálculos de los especialistas, a menudo encerrados en una rutina sin eficacia y sin originalidad y sin noción real de las posibilidades e imposibilidades técnicas.

Esta tarea necesita evidentemente por parte del Arquitecto grandes conocimientos técnicos, económicos, sociológicos, etc.; en una palabra, una cultura general muy desarrollada, un sentido crítico e intuitivo muy seguro. Pero su papel es de tal importancia, que no lo llenará bien si no posee igualmente otras múltiples cualidades. Estamos en nuestras exigencias, desde luego, muy lejos de la realidad actual, y los Arquitectos del día, empujados por las condiciones económicas, se hallan colocados constantemente en situaciones muy difíciles.

Los problemas están, en general, mal plantea-



Villejuif.—Vista de conjunto. Fachada Norte.

dos, y tienen que ser, por tanto, mal estudiados y mal resueltos. En la mayoría de los casos se resuelven según las directivas de la enseñanza oficial, es decir, se resuelven superficialmente, por el dibujo, único arte que se enseña a los Arquitectos formados en las Escuelas oficiales, única escapatoria a su ignorancia casi total.

Es preciso reconocer, y esto sin ningún pesimismo, que en la situación social del día los casos contrarios son extraordinariamente raros. Sería muy largo de estudiar aquí seriamente el problema de la formación del Arquitecto, que es el fundamento de la cuestión; no podemos hacer sino señalarlo al pasar, esperando hablar de él con más extensión y, por tanto, con más eficacia en otra ocasión.

Acabamos de ver lo que debería ser el primer paso del proceso de la creación arquitectónica. Si a pesar de ello su desarrollo pudiera fragmentarse en partes bien determinadas, sería posible resumirlo así:

- 1.º *Trabajo general de prospección y de información sobre el tema propuesto.*
- 2.º *Síntesis de los elementos considerados.*
- 3.º *Determinación exacta de los datos reales del problema.*
- 4.º *Establecimiento del programa completo de la obra a realizar con la ayuda de las bases materiales y espirituales que hayan sido formuladas.*

\* \* \*

La cuestión se va limitando en seguida que entramos a estudiar el caso particular en cada problema dado. Cada realización lleva en sí, evidentemente, un problema de orden general, y además otro de orden particular; pero la situación se ha aclarado ya sensiblemente. Si el caso general se ha estudiado y se han establecido bien los datos, se trata ahora de resolver el problema en su aspecto particular.

La elección de terreno es de una importancia primordial, pues de sus diferentes cualidades, de sus defectos, de su adaptación mejor o peor a su empleo, dependerán directamente el valor y la eficacia del conjunto de la obra. El ideal sería evidentemente que el terreno no fuera escogido sino después de un estudio previo; pero esto, que es lo más conveniente, no ocurre sino muy raras veces. Podemos hablar con perfecto conocimiento de ello por sufrir constantemente las dificultades que proporciona el régimen de la propiedad privada, régimen en el que los terrenos son casi siempre de forma irregular, con mala orientación, mal situados, de dimensiones insuficientes, en una palabra: que no responden sino rara vez a las condiciones requeridas.

Una vez escogido el terreno, el Arquitecto debe, si aquél es irregular, reducirlo a una forma ortogonal (inscrita, mientras sea posible, en una forma regular: cuadrado, rectángulo, etc.), a fin de restablecer en él las bases de un orden que no

puede existir sino en formas de este tipo. Una vez realizado esto, deberá estudiar cuál será la orientación más conveniente a los edificios en proyecto (determinando inmediatamente el sentido de la composición); el orden de importancia de los diversos elementos (materiales y espirituales), así como sus relaciones recíprocas; después buscará los medios técnicos a emplear para su mejor realización.

Este proceso, extraordinariamente preciso, no es en resumen sino una "puesta a punto" (pero de importancia capital) de las diversas operaciones antes citadas, y su aplicación en las condiciones especiales al caso particular estudiado.

Podemos, pues, resumir así el segundo estudio:

1.º Elección y estudio del terreno (ventajas y defectos).

2.º Disposición ortogonal del terreno.

3.º Aplicación al caso particular del resultado de las investigaciones de orden general citadas en el primer estudio de operaciones.

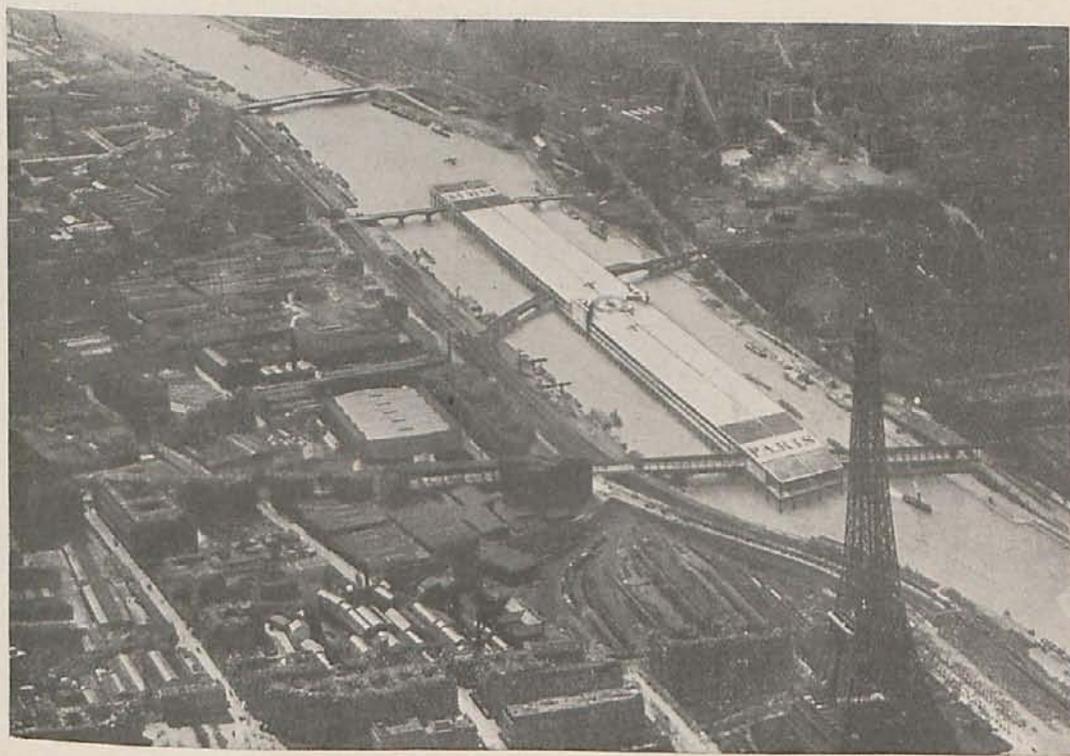
\* \* \*

Después de este trabajo considerable no debe todavía el Arquitecto tomar el lápiz, no debe aún

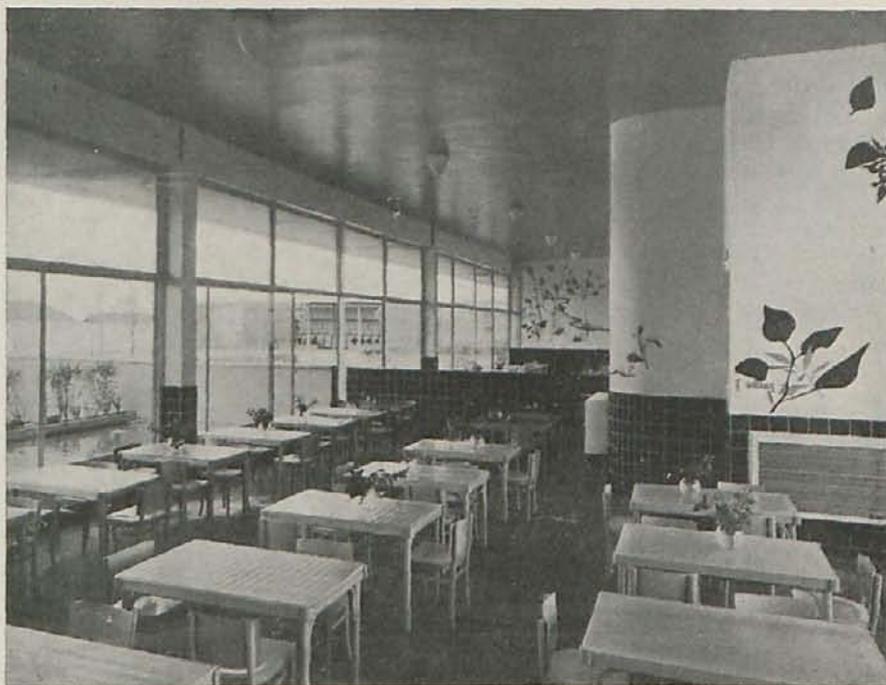
empezar a dibujar: *el dibujo destruye la Arquitectura*. En posesión de los diferentes datos del problema, conociendo bien los múltiples elementos generales y particulares de que se compone, el Arquitecto podrá entonces *pensar* en la creación; será esto para él un trabajo cerebral, de reflexión; verá poco a poco concretarse su obra, verá reunirse los elementos para formar un todo. Deberá operarse una verdadera cristalización, mientras se establece una concentración perfecta de ideas seguida de discusiones interiores completamente conscientes.

Este método de trabajo puede oponerse al empleado ordinariamente por los Arquitectos que se precipitan sobre el tablero de dibujo y dejan desbordar su imaginación "bordando" inmediatamente dibujos sin otra reflexión anterior.

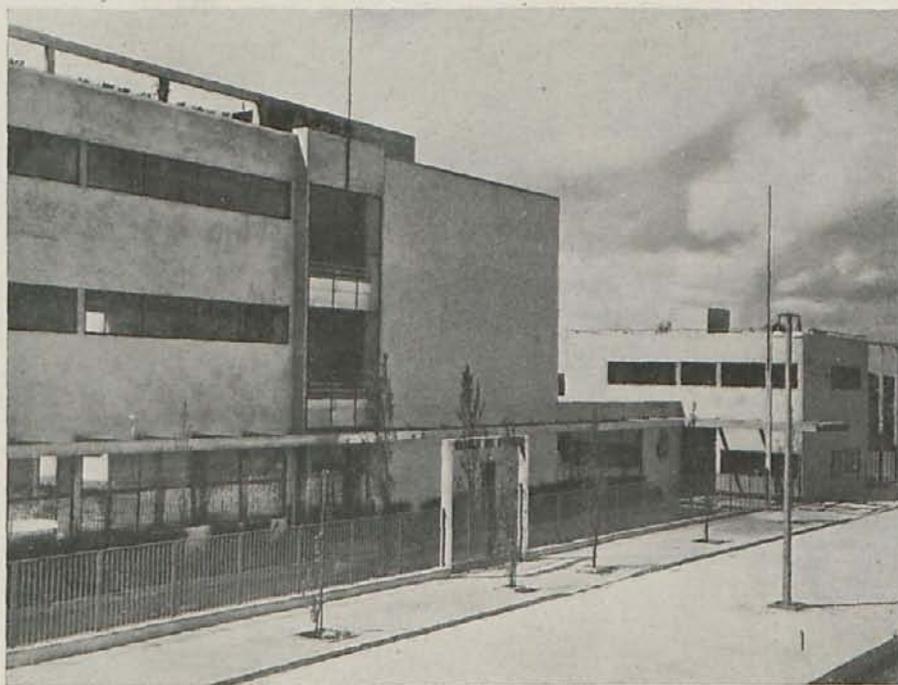
Según el primer método, la idea se materializa poco a poco a medida que se va expresando gráficamente; por él se llega a un trabajo de composición eficaz y rápido. Y es necesario insistir a propósito de ello sobre el hecho de que este trabajo de composición no es, en ningún modo, "idealista", no proviene de una inspiración súbita, por rápido que pueda resultar a veces. En realidad el problema



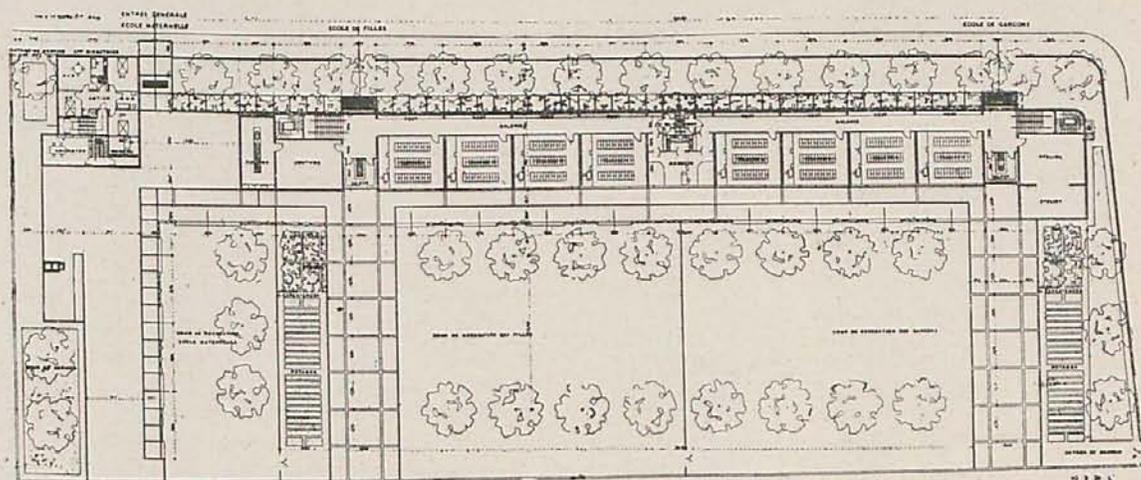
Proyecto de aeropuerto para París



Villejuif. — Refectorios de niños y niñas.



Villejuif. — Entrada a la escuela de niñas. Norte.



Villejuif.—Grupo escolar con su terreno de juegos. Planta del primer piso

queda tan claro después de los estudios previos, que inmediatamente la idea se exterioriza, y a pesar de su gran complejidad surge realmente en toda su unidad.

Yo he experimentado este método de trabajo en estudios propios y lo he recomendado a numerosos alumnos míos, siendo los resultados siempre convincentes. En efecto, por este medio se evitan todos los "mariposeos" de la imaginación y del pensamiento, que se traducen siempre en múltiples e inútiles croquis o borradores en busca de la inspiración, indecisiones que no pueden dar sino trabajos sin consecuencias reales, sin otros resultados que los efectos de una casualidad providencial o de un descubrimiento inesperado, lo que suele ser muy raro. De aquel modo la idea se presenta claramente al espíritu, cada elemento está ya en su lugar clasificado según su importancia, la misma expresión plástica aparece entonces, y únicamente en tal momento se puede "transcribir". Un croquis acotado o un dibujo a escala, según los casos, y la idea directriz de la obra está muy cerca de quedar expresada, de ser justa y verdadera; ya no estamos muy lejos de la concepción definitiva.

Ahora el estudio gráfico se encargará de establecer si la idea se ha conducido debidamente, si ha seguido un proceso apropiado. Se obtendrá así un control inmediato, de un gran valor; los errores aparecerán rápidamente en el trabajo de ajuste; la verdad o la equivocación de la concepción surgirá inmediatamente.

Añadamos que esta manera de trabajar facilita el conservar constantemente una unidad perfecta de

la idea y permite al espíritu concentrarse sobre el objeto, lo que significa al mismo tiempo el conservar la expresión plástica de la concepción, la frescura de una obra improvisada que no será en modo alguno debida a la casualidad ni tampoco el resultado de un trabajo premioso y hecho a trozos. He aquí el tercer estadio:

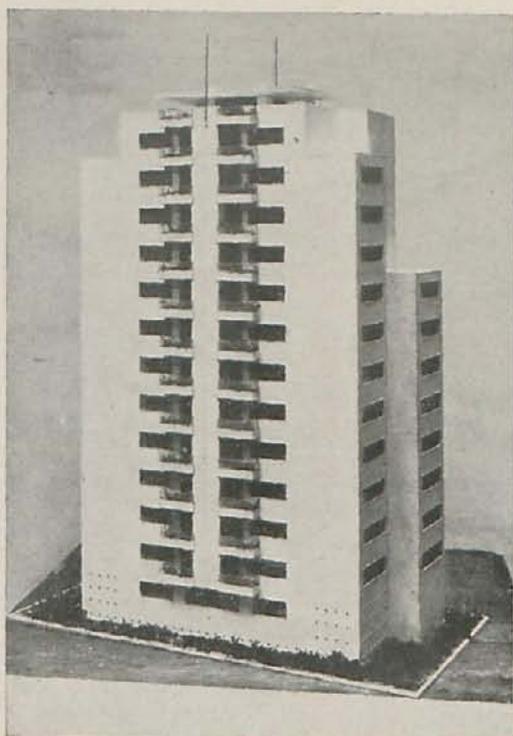
- 1.º *Trabajo mental sobre los datos del problema.*
- 2.º *Cristalización de la idea y transcripción gráfica para su control.*

\* \* \*

Entramos ahora en una nueva fase del trabajo. La idea se transforma gráficamente, se expresa por un dibujo. En contra de lo que se pudiera creer, es ahora cuando entramos en la fase abstracta del trabajo de concepción. Desde luego, ¿no es todo dibujo de Arquitecto una descomposición abstracta sobre el papel de realidades concretas: dos dimensiones para expresar tres?

¿Qué hay más lejos del volumen que una superficie, a no ser que ésta sea un elemento constitutivo de aquélla, y cómo un dibujo de superficie puede expresar en realidad volúmenes, un espacio que ha de dividirse y organizarse? Podrá parecer una paradoja y, sin embargo, ¿no resulta siempre muy difícil para un profano entender los planos de los Arquitectos? Ello es sencillamente porque estamos en realidad en el dominio de lo convencional, de lo abstracto.

Apoyado en esta convención establecida por el

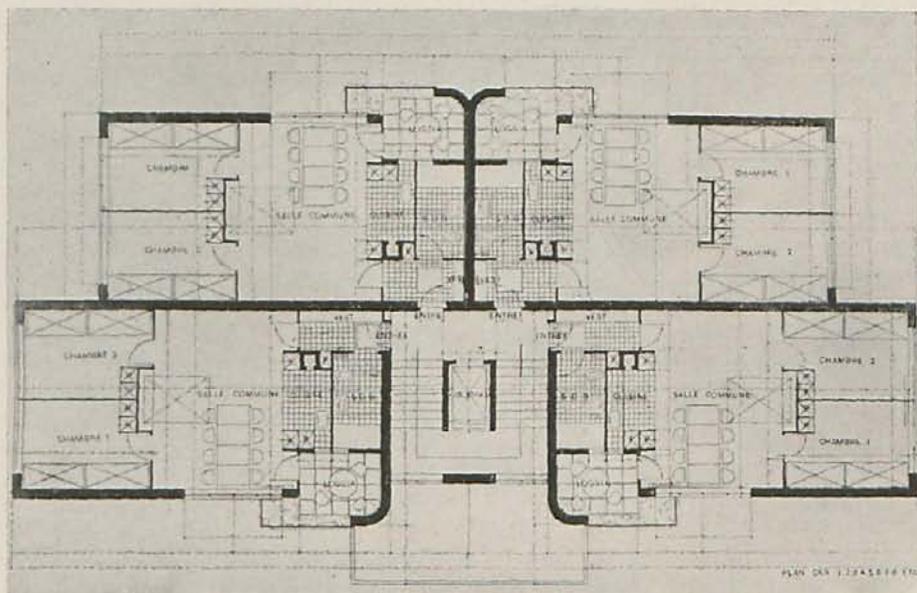


Proyecto de construcción de 10 torres en Villejuif. Maqueta de una torre.

Arquitecto, éste debería triunfar en esta parte de su trabajo, puesto que se halla en su elemento y ayudado por su técnica profesional. Sin embargo, la mayor parte de las veces esto no es así. Pocos Arquitectos tienen la posibilidad de concebir realmente el espacio que representan en su papel; la realización de la obra es casi siempre para ellos una verdadera superficie, y es así porque practican el dibujo no como una *convención* (que es lo que es verdaderamente), sino como una *realidad*; los Arquitectos crean una Arquitectura de dibujo de fachadas, en lugar de una Arquitectura de volúmenes, de espacios. Y, sin duda, esta última es la verdadera Arquitectura.

Volvamos a este trabajo gráfico que hemos llamado el paso de lo concreto a lo abstracto. La idea, la "solución" hallada mentalmente se expresa ahora sobre el papel por un croquis acotado o por un dibujo a escala, según la importancia del proyecto, según el punto hasta el que se ha llegado a concretar la idea. Generalmente, el control inmediato por medio de un dibujo acotado es excelente, pues en él se ponen de relieve los errores. Es innecesario decir que todo el estudio gráfico se expresa por planos, secciones, alzados y perspectivas, para los fines de control citados.

Así el estudio se continúa por una serie de precisiones, de ajuste de los diferentes elementos constitutivos del problema. La obra se aclara, expresa poco a poco la totalidad de las necesidades mate-



riales o espirituales, y por este proceso natural llegamos al momento en que la concepción se ha materializado por completo, en que aquélla se expresa sobre el papel, transmisible, fijada visualmente, fácilmente explicable: la composición se ha terminado.

Este es uno de los estadios más importantes del trabajo del Arquitecto, pues en él se debe expresar, sintetizar clara e íntegramente su pensamiento, a fin de no dejar nada a la casualidad. Lo resumimos así:

1.º *Transposición a lo abstracto (por una convención preestablecida) de la idea concreta.*

2.º *Ajuste gráfico de todos los elementos de la composición.*

\* \* \*

El estadio siguiente será consagrado al ajuste técnico de la obra. Cada elemento del conjunto, por pequeño que sea, será estudiado, analizado, y deberá materializarse por un detalle gráfico (dibujo o descripción); nada debe dejarse ni puede dejarse en la imprecisión, pues en la ejecución nunca hay detalles, todo es fundamental, todo debe estar previsto con anterioridad y claramente expresado.

Este es un trabajo largo, laborioso, pero apasionante. Cada material elegido debe ser controlado y comprobada su eficacia, sus propiedades, su aspecto, a fin de ver si responde exactamente a las necesidades impuestas. No debe adoptarse definitivamente sino con esta sola última condición.

Todo este trabajo de detalle conduce inevitablemente a una revisión completa del conjunto del estudio, con objeto de conseguir su ensamblaje definitivo, pues es indispensable hacerlo antes de empezar los trabajos. No hay que decir que el estudio de los precios de coste empezado al comenzar el análisis de cada material adoptado, se terminará igualmente al final de este trabajo de gabinete. La obra así avanza hacia su materialización definitiva: la construcción.

Lo resumimos diciendo:

1.º *Estudio de los detalles para la realización (materiales, precios, etc.).*

2.º *Recomposición total del proyecto definitivo. Último estadio de revisión, de ajuste y de control.*

\* \* \*

Llegamos así a la última fase del trabajo del Arquitecto: la realización (construcción).

Aunque se crea otra cosa, esta última parte del trabajo es tan interesante como los demás, y la pre-

sencia del Arquitecto es completamente necesaria en ella. Se realiza de nuevo una transposición de la obra creadora; pasamos del dominio de lo abstracto al de lo concreto, y únicamente el Arquitecto que ha concebido y realizado el estudio del proyecto en sus menores detalles es capaz (al poseer su obra completamente a todo lo largo de sus diferentes estadios) de realizar, en su orden natural, su concepción. Únicamente él puede concebir la organización perfecta de la obra y puede seguir fácilmente su marcha; él sólo puede determinar el cambio y el encadenamiento de los diferentes elementos, su incorporación y su situación en el tajo.

Trabajo puramente material, se dirá, y el Arquitecto que estime que únicamente él es capaz de llevarlo adelante será tachado de individualista; sin embargo, no es así, pues su presencia es tan indispensable para la realización como para el estudio preparatorio, y conociendo perfectamente las razones que han guiado la elección de cada elemento, desde el más sencillo al más importante, debe asistir personalmente a su buena colocación en obra. La calidad del trabajo se resiente fatalmente de su repartición entre dos individuos: uno, que concibe, y otro, que ejecuta. Este método es claramente un resultado de las condiciones económicas y sociales en que vivimos.

Aunque esta cuestión tiene tanta importancia, yo no querría hablar ahora de la organización propia de la obra; me saldría demasiado del cuadro de este trabajo. Pero no quiero dejar de indicar que la presencia del creador sobre la obra contribuye sin duda a crear en ella esta atmósfera de interés, de desinterés general, de entusiasmo, siempre necesario a la perfecta marcha de la obra y a la buena ejecución de los trabajos.

Terminaré el estudio de esta última fase del proceso de creación y de realización, insistiendo sobre el hecho de que en la ejecución no pueden hacerse correcciones, adiciones ni modificaciones. Si el estudio se ha realizado seriamente desde el principio al fin, la materialización definitiva debe ser la expresión perfecta de la idea y de la transcripción gráfica a la cual haya conducido el estudio. No puede, por tanto, hacerse cambio alguno durante la ejecución sin deformación de la idea.

La última fase puede resumirse sencillamente así:

*Puesta en obra de los medios técnicos elegidos para la mejor realización de la obra, debiendo ejercer el Arquitecto su control, atento y permanente durante todo el curso de esta operación.*

# El túnel de Somosierra en el ferrocarril en construcción de Madrid a Burgos

Por EMILIO KOWALSKI, Ingeniero de Caminos

## HISTORIAL

Una vez presentado a la Superioridad, en octubre de 1920, el Proyecto de ferrocarril directo de Madrid a la frontera francesa, por Guadalajara, Almazán, Alfaro, Pamplona y el puerto de Urtiaga, se estudiaron algunas variantes, y entre ellas la del Madrid-Burgos por el puerto de Somosierra, continuando por el ferrocarril del Norte hasta Irún, con lo cual se aprovechaban 269 kilómetros, ya construidos.

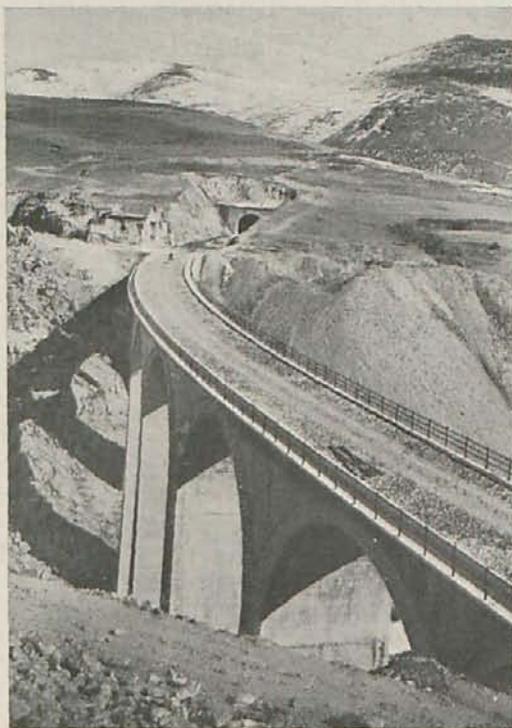
Este estudio, que se presentó en julio de 1922, como anteproyecto de la variante por Burgos, fue aprobado en mayo de 1926, desechándose la solución con rasantes de 20 milésimas y radio de 400 metros, imponiéndose varias prescripciones, siendo las más interesantes las siguientes:

a) *La pendiente máxima será de 10 milésimas, y el radio mínimo de 600 metros, si bien en algún caso excepcional, bien justificado, pueda limitarse a 400 metros.*

c) *La sección 1.ª, Madrid-Somosierra, debe revisarse detenidamente y proponer, en consecuencia del estudio, la solución que se estime preferible para definir el origen o punto de partida de la línea, y ubicar, si procede, la estación, teniendo en cuenta los enlaces con otras líneas, y tal vez la posibilidad de combinar con la de Príncipe Pío, así como el trazado y enlaces con el ferrocarril de circunvalación que forma parte del plan urgente.*

g) *El ferrocarril será de doble vía normal, española, de 1,674 metros.*

El estudio y replanteo previo se encomendó a la Jefatura de Estudios y Construcciones de Ferrocarriles del Noroeste de España, que pasó a ser más adelante la 2.ª Jefatura de Estudios y Construcciones de Ferrocarriles—Centro de España—, terminándose en el mismo año de 1926 los respectivos replanteos previos, de los que fueron apro-



El viaducto del Horcajo del ferrocarril Madrid-Burgos.

bados y sacados a concurso seguidamente, los diferentes trozos situados entre el río Lozoya y Burgos, por un total de 157.045.297,12 pesetas, que se redujo a 118.683.657,11 pesetas con las bajas de subasta, quedando también aprobada, pero sin sacarse a subasta, la parte comprendida entre el río Lozoya y Colmenar Viejo. La primera parte del trazado, entre Madrid y Colmenar Viejo, quedó pendiente de aprobación, en espera de que se resolviera el emplazamiento de la estación de Madrid y sus accesos.

Fijados ya estos extremos con la parte en construcción de los Enlaces Ferroviarios, entre Atocha y Fuencarral, situando la estación a cielo abierto, que puede ser la terminal del Madrid-Burgos, en las proximidades de Chamartín, ha sido aprobado en octubre de 1933 el trozo comprendido entre Fuencarral y Colmenar Viejo y sacado a subasta sus catorce primeros kilómetros, hoy en construcción, con un presupuesto de 6.011.483,65 pesetas, que se redujeron a 4.999.000 pesetas con la baja de subasta.

La ejecución de los trozos subastados empezó con gran actividad en el año 1928, invirtiéndose

anualmente, en números redondos, las cantidades siguientes:

AÑOS	Pesetas
1928. . . . .	8.900.000
1929. . . . .	31.750.000
1930. . . . .	22.650.000
1931. . . . .	21.550.000
1932. . . . .	9.450.000
1933. . . . .	5.930.000
1934. . . . .	11.300.000

observándose que la disminución de consignaciones, iniciada en el año 1930, adquiere el máximo en el año 1933, en que prácticamente se anulaban los créditos en el primer semestre, paralizándose casi las obras, hasta reanudarse su actividad a fines del mismo año y continuando mejorando en el año de 1934, en el que a fin de año se han invertido más de 111 millones de pesetas de los 123 subastados, estando prácticamente terminados los tramos comprendidos entre Somosierra y Aranda de Duero y de Lerma a Burgos, y bastante adelantados los restantes, habiéndose calado el túnel de Somosierra en 14 de octubre de 1933. Este quedará totalmente terminado en breve, con lo cual puede decirse que queda vencido el mayor obstáculo que presentaba esta línea, que vamos a describir ligeramente.

#### DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA

Por lo anteriormente expuesto, podemos considerar como punto origen del ferrocarril de Madrid a Burgos la estación de Chamartín, proyectada por la Comisión de Enlaces Ferroviarios de Madrid, siguiendo la línea por Fuencarral, donde se ha ubicado una estación de clasificación de mercancías, estando actualmente en construcción la explotación de la vía general.

Siguiendo el trazado sensiblemente por la misma zona de la carretera de Fuencarral a Colmenar Viejo, a la que corta tres veces, llega a este último punto, contorneándolo por su zona baja, para dirigirse a Miraflores de la Sierra, pasando por las proximidades de Chozas.

Desde Miraflores, por cuyo pie pasa el trazado, se presentan dos soluciones para buscar el valle del Lozoya, cuya orientación de Oeste a Este obliga a buscar un paso adecuado por su marcada depresión. La primera solución, que es la aprobada,

busca el acceso a dicho valle entre los cerros que le delimitan al Sur, pasando por los pueblos de Bustarviejo, Valdemanco y Garganta de los Montes, bajando a buscar el paso del Lozoya frente a Gargantilla. La segunda solución, denominada *Variante por Canencia* (aprobada en 19 de enero de 1935), resulta algo más costosa, y consiste en acometer directamente la barrera antes citada, perforándola con un túnel de unos 7,5 kilómetros, emboquillado en el valle de Bustarviejo, para ir a buscar el río Lozoya por el valle de Canencia, con lo cual se acortaría el trazado próximamente 10 kilómetros y se disminuiría 30 metros la contrapendiente, sin olvidarse que por el otro recorrido existen dos túneles de 2,5 kilómetros.

De toda esta parte únicamente se ha subastado recientemente los 14 kilómetros antes citados, entre Fuencarral y el Barrancón, que viene a continuación de lo que se construye por Enlaces Ferroviarios, que es la parte comprendida entre Chamartín y Valverde (unos 5 kilómetros), que pertenecían al ferrocarril de Madrid a Burgos.

La parte cuya construcción se inició en 1928 empieza con el viaducto sobre el río Lozoya, a punto de terminarse, desarrollándose el trazado en dirección Noroeste por la ladera de la Sierra de Guadarrama, hasta llegar a pasar la divisoria por el puerto de Somosierra con un túnel de 3.895 metros, entrando en la cuenca del Duero, terminando poco después, en el límite de las provincias de Madrid y Segovia, la 1.ª sección.

Esta sección es extraordinariamente movida, pues exigirá la construcción de 7 viaductos y 18 túneles, de los cuales están en construcción 5 de los primeros y 15 de los segundos.

Una vez pasada la divisoria y ya dentro de la provincia de Segovia, se encuentra una depresión muy pronunciada, que obliga al trazado a contornearla, desviándose hacia Riaza, para luego volver a tomar la dirección general, pasando por las proximidades de Turrubuelo, Campo de San Pedro, Linares del Arroyo, hasta llegar a Aranda de Duero, donde termina la 2.ª sección, en el cruce con el ferrocarril de Valladolid a Ariza.

En ella encontramos los dos viaductos importantes de Linares y del río Riaza, flanqueado este último por dos túneles de 1.000 y 1.200 metros, más otros 10 túneles, concentrados los más importantes en las proximidades de Riaza.

La 3.ª sección puede decirse que empieza con la estación de Aranda, en la margen izquierda del Duero, que se atraviesa con un arco de 40 metros

de luz, continuando luego a Lerma, por zona próxima a la carretera de Francia, que cruza pasado Bababón. El paso del Arlanza, en las proximidades de Lerma, obliga a un fuerte recodo del trazado, para continuar, siempre al Oeste de la carretera, hasta Burgos, donde describe una amplia curva para tomar la dirección general de la línea del Norte, entre dicha estación y la del Santander-Mediterráneo.

En esta sección se encuentran dos viaductos para el paso de los ríos ya citados, y seis túneles, siendo el más importante el de la divisoria del Arlanzón, de casi un kilómetro de longitud.

El desarrollo total de la línea, tomando como origen la estación de Chamartín, resulta ser de 281 kilómetros, lo que producirá un acortamiento de 89 kilómetros hasta Burgos, con la ventaja de que la rampa máxima en todo el trayecto no rebasa 10 milésimas (en la línea de Avila y Segovia tenemos 18 y 20 milésimas), y los radios de las curvas no bajan de 450 metros (300 en las líneas del Norte), y sin un solo paso a nivel; con la variante por Canencia, de que hemos hablado anteriormente, se reduciría la longitud en otros 10 kilómetros.

Si tomáramos como origen la estación de Atocha, ya que la parte en subterráneo que se construye por Enlaces Ferroviarios, puede considerarse como prolongación del Madrid-Burgos y su empalme con las líneas existentes, resultará el recorrido Atocha-Burgos con 289 kilómetros (279 con la variante por Canencia), contra 379 kilómetros que habría que recorrer por la línea del Norte y contorno hasta Atocha, es decir, que el acortamiento llega a ser de 100 kilómetros, o sea que se disminuye casi un 30 por 100.

#### EL TÚNEL DE SOMOSIERRA

Hecha la descripción total de la línea a grandes rasgos, examinaremos con más detalle la obra de mayor importancia, que es el paso de la divisoria Tajo-Duero, con el túnel de Somosierra, cuyo calado oficial se hizo el 14 de octubre de 1933, a la una de la tarde.

Este túnel, cuya longitud es de 3.895 metros, atraviesa la Sierra de Guadarrama por bajo del puerto de Somosierra, cuya altitud es de 1.444 metros, y se proyectó en línea recta, con dos rasantés, para facilitar el desagüe, de 5 milésimas por su lado Sur y 1,5 milésimas por su lado Norte,

alcanzando el vértice o punto culminante la cota 1.304, o sea 56 metros más bajo que el de La Cañada, en la línea de Avila, y 3 metros más alto que el de Guadarrama, en la línea de Segovia, cuyas longitudes respectivas son 952 metros y 2.380 metros, este último en vía única.

Es el túnel más importante para doble vía que existe hoy en España, siguiéndole en longitud el de Oazurza (línea de Alsasua a Irún), con sus 2.955 metros. En vía única existen otros dos de mayor longitud, que son el internacional de Somport (línea de Canfranc), de 7.815 metros, y el de la Argentera, en la línea de Zaragoza a Reus, con sus 4.044 metros. En orden de longitud, y siempre en vía única, siguen los túneles de Tosas (3.820 metros), en la línea de Ripoll a Puigcerdá, y el de La Perruca (3.071 metros), entre Busdongo y Puente de Los Fierros (paso del Puerto de Pajares, en la línea de Asturias).

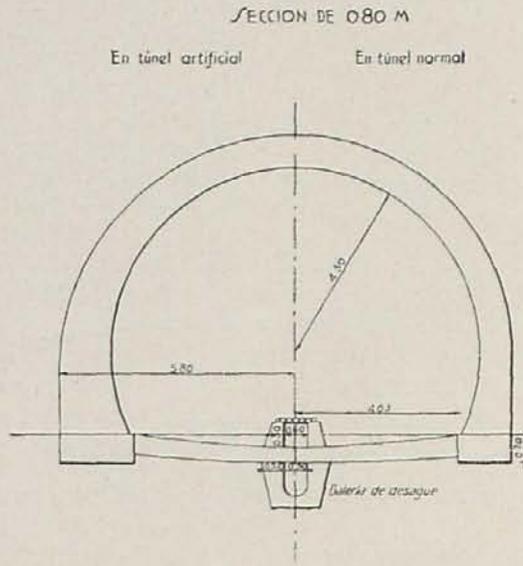
En el ferrocarril en construcción de Zamora a Orense se encuentra el túnel de Padornelo, cuya longitud será superior a 5 kilómetros.

Para determinar el mejor emplazamiento del túnel de Somosierra, se empezó por levantar un plano taquimétrico, muy detallado, de toda la zona, entre Robregordo y el límite de provincias, fijándose provisionalmente su eje dentro de la mínima longitud, cuya situación definitiva se fué afinando por replanteos y mediciones repetidas, operación que se facilitaba porque, dada la configuración del terreno, se dominaba las bocas del túnel con sólo cuatro puntos intermedios, para fijar el eje del túnel. En el replanteo definitivo se suprimió uno de los puntos, observando que mediante la construcción de tres torretas de unos 3 metros de altura, donde colocar el aparato, se dominaba todo el trazado, fijándose en macizos de hormigón los puntos definitivos, tras reiteradas observaciones.

La nivelación se verificó partiendo de las cotas del Instituto Geográfico en las iglesias de Robregordo (1.299,786 metros) y de Somosierra (1.430,846 metros), comprobadas con otras situadas en obras de fábrica de la carretera y al pie del hito de límite de provincias, fijándose así cotas de referencia en las proximidades de cada una de las bocas.

Con estos elementos, se empezó el ataque del túnel por las trincheras de acceso de ambas bocas, llegándose al frente de boquilla, al nivel de la galería de avance, por la boca Norte el 5 de octubre, y por la Sur el 3 de noviembre de 1928, en trin-





frecuentes desprendimientos, por lo cual se suspendieron las obras de la galería de avance el día 16 del mismo mes, a los 25,60 metros, para proceder a reforzar las entibaciones y dar lugar a la llegada de las cimbras metálicas y a terminar el montaje de la casa de máquinas con los compresores necesarios para la perforación mecánica.

Mientras tanto, se terminó en la boca Norte la desviación del Arroyo de la Peña del Chorro, pudiéndose emboquillar el túnel, a rasante de galería de avance, el 4 de noviembre de 1928, abriéndose con toda celeridad la trinchera necesaria a dicho fin, para poder encontrarnos en el interior antes del rigor del invierno.

El frente de boquilla se presentaba en un terreno flojo, formado por un magma grisáceo, procedente de la descomposición del gneis, envolviendo bolos de grandes dimensiones, como procedentes de un cataclismo geológico que, ocasionando la rotura de algún dique, diera lugar a que se precipitara al valle la enorme masa de agua de un lago prehistórico, arrastrando esos grandes bloques sumergidos en la masa silicoarcillosa antes indicada. Dicha rotura parece señalarla la actual cascada del Arroyo antes citado, que ha dado nombre al Chorro de la Peña.

El mes se terminó con un avance de 44 metros; pero era tal el empuje del terreno, con sus numerosas filtraciones, que se hincaban y rompían los pies derechos, a pesar de ponerse dobles cuadros, siendo necesario empezar a ejecutar bóveda hacia

la mitad del avance, progresando por anillos alternados a ambos lados, reanudándose el avance lentamente, ejecutándose desde 1.º de diciembre hasta el 16 de enero sólo 49 metros, suspendiéndolo nuevamente para ejecutar lo más rápidamente posible el revestimiento, que no se había empezado antes por no haberse recibido las cimbras metálicas encargadas.

Por análogas razones se suspendió el avance por la boca Sur el día 21 de diciembre, a los 56 metros de la boquilla, procediendo a ejecutar rápidamente los anillos próximos a la misma de dentro afuera, por los peligros que ofrecía, siendo necesario prolongarlos al exterior, simultaneándolo con los del interior, pues los desprendimientos de la trinchera eran continuos y amenazó desplomarse toda la ladera. De esta manera se llegó a ejecutar 100 metros de túnel artificial.

Como la trinchera de salida por la boca Norte ofrecía un peligro análogo, pues sus constantes desprendimientos amenazaban llegar hasta el caz del molino, se ejecutaron inmediatamente 78 metros de túnel artificial, que luego se prolongaron hasta 133,50 metros, simultaneándolo con los anillos del interior, una vez reanudado el avance el 9 de agosto de 1929, seguido de cerca por el revestimiento. En igual forma se había reanudado por la boca Sur el 13 de julio.

El terreno sigue presentándose muy difícil: unas veces blando, convirtiéndose en barro a las cuarenta y ocho horas de abierto; otras en lisos más o menos resistentes, con vetas intercaladas de arcilla gris, que una vez humedecidas actuaban como verdadero jaboncillo, corriéndose los lisos, precisándose doblar los cuadros, y aun así rompiéndose varios, con frecuentes desprendimientos.

La avería mayor se presentó entre las progresivas 47 y 51 de la boca Norte (70 a 75 metros de la boquilla), en que el terreno, con abundancia de agua, se encontraba en estado tal de papilla que el hundimiento llegó al exterior, rompiéndose el dique del Arroyo del Chorro, penetrando éste en el túnel, sin que, afortunadamente, ocurrieran desgracias personales. Fué preciso ejecutar parte de un anillo desde el exterior, por la chimenea abierta, y hacer frecuentes inyecciones de cemento, llegándose a espesores de 1,50 metros en la bóveda. Aun así y todo y ante el peligro que ofrecía una zona de 5 metros, en que no era posible contener la avalancha de barro, se macizó de mampostería media sección, continuando ejecutándose los anillos si-

güentes. El pontón de la carretera, que se encontraba por encima, se resquebrajó, ladeándose unos enormes álamos de aquélla, siendo necesario, con toda urgencia, ejecutar una desviación provisional de dicha carretera, que más adelante hubo de convertirse en definitiva, con la construcción de una nueva alcantarilla en terreno firme.

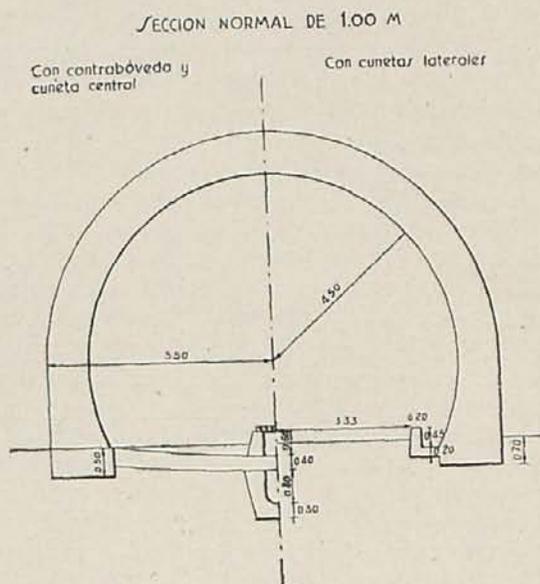
Una vez alejados de esta zona, desviados arroyo y carretera y atajadas las intensas filtraciones con inyecciones de cemento, se demolió la zona mampostada y se pudo ejecutar el medio anillo retrasado, aun así y todo con bastante dificultad.

Para facilitar la construcción, así como para asegurar la enfilación, ya que con la prolongación en curva de la parte de túnel artificial se perdió la alineación en recta para el túnel, se construyó por el lado Norte dos pozos, el primero de 14 metros de profundidad, hasta corona, a los 115 metros de la boca, en la tangente de entrada de la curva; el segundo a los 69 metros del anterior, con 19 metros de profundidad. Más adelante se construyó un tercero, a los 333 metros de la boquilla primitiva, con 33,50 metros de profundidad, para asegurar la enfilación del túnel, disponiendo así de una alineación recta de 218 metros entre los pozos primero y tercero.

Para salvar la misma dificultad en la boca Sur, también en curva, se dejó embutido en la bóveda del túnel artificial un tubo de palastro, de los de la ventilación, de 60 centímetros de diámetro, colocado en la dirección del eje, hasta una caseta exterior situada a 60 metros, que se construyó enterrada en el talud de la trinchera, a la profundidad conveniente, y desde la cual se veía perfectamente la primer torreta de enfilación, quedando fijada en el interior de la caseta, una plataforma de hormigón con las señales para la colocación exacta del aparato, siempre en la misma posición, bastando enfilar la señal fija de la torreta para, bajando la visual, prolongar la alineación en el interior del túnel.

El terreno va mejorando por ambas bocas a medida que se avanza en el riñón de la Sierra, si bien con alternancia de zonas flojas y lisos de roca, con bastante agua, precisándose entibar para evitar desprendimientos, que aun así y todo ocurren con frecuencia en la corona.

Durante ocho meses, el túnel entra en un régimen bastante uniforme, que permite avances mensuales de 40 a 45 metros por la boca Sur, que se reducen de 30 a 37 por la boca Norte, en que el



terreno se presenta en peores condiciones, que en muchos sitios obligan a no avanzar más de 0,80 metros diarios, salvándose unas zonas peligrosas en el mes de febrero de 1930, en que sólo se avanza por la boca Norte 23 metros y 33 metros por la Sur.

En la ejecución de estribos, que se empezaron en julio de 1929 por la boca Sur y en diciembre del mismo año por la boca Norte, también se encuentran serias dificultades por esta última, pues el terreno, de aluvión, fluye constantemente, precisándose ejecutarlos por machones de sillarejo de 2 metros de ancho, cogiendo las juntas de los anillos, terminando el relleno intermedio con hormigón, salvo en los 20 primeros metros cerca de la boquilla, en que fué preciso hacer un tramo continuo de sillarejo, así como a los 70 metros, donde se produjo el hundimiento, por estar todo el terreno removido y convertido en barro. Con este sistema de construcción llegamos hasta los 430 metros de la boca.

Como después de varias nivelaciones, se observaba que los puntos fijos que se pusieron, subían de 8 a 10 centímetros algunos meses, lo que denotaba que el terreno fluía por debajo, se proyectó y emprendió la construcción de una contrabóveda, con una galería de desagüe central, que fué prolongándose por tramos sucesivos hasta rebasar el pozo tercero, recogiendo así toda la zona en las que las filtraciones eran muy abundantes.

Por la boca Sur el terreno era mejor, salvo la necesidad de construir también otro tramo de contrabóveda de unos 100 metros de longitud, correspondiente a todo el tramo de túnel artificial, obligado por la fluidez del terreno.

Los avances en el año 1931 van mejorando por meses, desde 36 metros en enero hasta 59 en el mes de abril, por la boca Sur, y de 30 a 38 metros, respectivamente, por la boca Norte, hasta que el día 20 de mayo se declara una huelga, circunscrita a la boca Sur, pues en la Norte se continúa trabajando normalmente en buen terreno.

El contratista aprovecha la huelga, de casi cuatro meses, para reorganizar los trabajos en la boca Sur y proceder a la instalación de un transportador aéreo, propuesto por un ingeniero alemán, para extracción de escombros del avance y transporte de materiales, en contra de la opinión del que suscribe, pues si bien en teoría parecía se obtendría rapidez y economía en la construcción, presentaba una serie de inconvenientes, de orden práctico, que anulaban dichas ventajas e incluso entorpecerían la marcha de las obras, lo que se comprobó durante el escaso tiempo que estuvo funcionando, incluso dando lugar a algunos accidentes el continuo desprendimiento de los cangilones transportadores, siendo necesario desmontar toda la instalación y paralizar las obras otros quince días, para reanudarlas siguiendo el antiguo plan.

Por la boca Norte se empezaron a hacer instalaciones para otro transportador; pero se pudo convencer a la contrata que esperara a ver el resultado en la otra boca, y así se hizo, continuando la construcción por los métodos corrientes, encontrándose entre las progresivas 595 y 612 una roca muy firme, que permite avanzar sin entibación, alguno de cuyos bancos son de tal dureza que desgastan los floretes, no permitiendo avanzar más de 0.60 metros diarios.

La construcción de anillos, estribos y destroza sigue su marcha normal, fijándose los espesores y las dosificaciones con arreglo a la naturaleza del terreno atravesado y a la cantidad de agua encontrada, en general no muy abundante.

Durante los años 1932 y 1933 el terreno se presenta bastante bueno por ambas bocas, salvo frecuentes deslizamientos de capas de roca, que obliga a sostener fuertes entibaciones y a continuos rellenos de piedra en seco en los socavones que se forman. A fin de junio de 1933 llegamos con el avance, por la boca Sur, a los 1.770 metros de la

boquilla, y por el lado Norte, en que se intensifican los avances, se llega a los 1.747 metros.

En vista de que faltan para calar menos de 400 metros, con objeto de asegurarnos de la perfección del calado, se ponen terceros turnos en los avances, para activar éstos, y en la boca Norte se suspenden las obras de ensanche y anillos, para concentrarlo todo en los avances, consiguiéndose progresar a razón de unos 70 metros mensuales, percibiéndose ya en los últimos días del mes de septiembre el ruido de los martillos perforadores por ambos lados, y el día 2 de octubre se consiguió atravesar con una barrena de 6 metros ambos frentes. Se continuó entonces trabajando para dejar reducida la pared divisoria a 1,50 metros de espesor y preparar la ceremonia de la perforación con la asistencia del señor ministro, que se retrasó, por motivos políticos, hasta el 14 de octubre. El punto de encuentro tuvo lugar a los 1.927 metros de la boca Sur y 1.968 metros de la boca Norte, sin desviación apreciable en dirección, y el cierre de nivelación con sólo unos milímetros de error, debido a la pequeña diferencia de longitud encontrada.

#### PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN Y MEDIOS AUXILIARES

El procedimiento de construcción, según se desprende de todo lo anteriormente expuesto, es el sistema belga, o sea avance en corona, ensanche con ejecución de la bóveda, destrozilla y galería de penetración en las destrozas para la ejecución de los estribos, y terminación de aquélla con la contrabóveda o cunetas laterales de desagüe, según los casos.

Como puede verse en la figura, la sección tipo adoptada es próximamente la de la Compañía del Norte, o sea sección circular de 4,50 metros de radio por el intradós, con el centro situado a 2 metros sobre la rasante de explanación. Espesores variables de la bóveda, toda ella de hormigón, desde 0,80 metros a 1,50 metros, según la naturaleza del terreno, variando asimismo la dosificación en cemento, por metro cúbico, de 250 a 400 kilogramos.

En el interior del túnel se han dispuesto al tresbolillo, cada 50 metros, refugios para el personal.

Para la instalación de la maquinaria necesaria para la perforación, alumbrado y ventilación del túnel fué preciso construir dos casas de máqui-



Boquilla Norte del túnel de Somosierra.



Boquilla Sur del túnel de Somosierra.

nas, una en cada boca, más instalaciones accesorias, e incluso viviendas para el personal, especialmente por la boca Norte, alejada del pueblo de Somosierra, a pesar de aprovechar el molino del pueblo, que expropió el Estado por inutilizarlo el ferrocarril.

La maquinaria instalada comprendía, para cada boca, un motor Deutz 150 HP., que lleva acoplado un alternador trifásico de 120 kilovatios, 380/220 voltios, para producción de fuerza motriz y accionar, por tanto, la instalación de machaqueo y molienda, ventilación, luz, etc. Para producción de aire comprimido se dispone de dos motocompresores de aceite pesado Ingersoll-Rand de 105 HP. y 50 HP., respectivamente. Esta instalación, que es idéntica en ambas bocas, hubo necesidad de reforzarlas cuando el avance de la obra aumentaba las dificultades, siendo preciso ampliar la central de la boca Sur con un motor Carels de 50 HP. para accionar el ventilador y mover un pequeño alternador trifásico de 15 kilovatios, 380/220 voltios, es decir, como reserva para asegurar la ventilación e iluminación. Además se montó un motor de 35 HP. que acciona, mediante correa, un compresor tipo ER-1 Ingersoll. En la boca Norte la ampliación se limitó a un alternador trifásico de 15 kilovatios, 380/220 voltios, como reserva para la luz, y un motor de 50 HP., que acciona, mediante correa, a un compresor tipo PO-Ingersoll de análoga potencia.

La ventilación se obtuvo por medio de dos ventiladores (uno en cada boca) Rateau, eje horizontal, con caudal de 2,8 metros cúbicos por segundo y presión de 460 milímetros de agua. El sistema adoptado fué el de inyección, y únicamente, cuando sólo se trabajaba en galería de avance, se empleaba (maniobrando unas compuertas), durante la media hora siguiente a la pega, el sistema de aspiración y después el de impulsión.

La instalación de machaqueo y molienda es idéntica en ambas bocas, y consta cada una de una machacadora Friedrich modelo B, con dimensiones en la boca de 500/300 milímetros, un tromel clasificador del material en tres tamaños, de 60,30 y 5 milímetros, de 6 metros de longitud y 0,80 de diámetro; y un molino de cilindro liso de 700 milímetros de diámetro y 300 milímetros de ancho.

La iluminación y fuerza motriz, dentro del túnel, se obtiene llevando las tres fases y neutro; las bombillas en la destroza, ya terminada, se pusieron de 20 en 20 metros; en la zona de trabajo

de destroza, destrocilla y ensanche, de 10 en 10 metros, y en la galería de avance de 5 en 5 metros. De este modo, y equilibrando las fases, se consiguió una perfecta iluminación, a la par que mover pequeñas motobombas y hormigoneras.

La tracción, desde el avance de la destroza al exterior, se realiza mediante locomotoras de aceites pesados, vía de 0,75 metros y vagones con caja de madera de 2 metros cúbicos de capacidad, y desde la galería de avance a la destroza, vagones metálicos, con vía de 0,60 metros.

Como herramientas neumáticas se usó al principio el BBR-13 y R-39 Ingersoll; posteriormente se estudió y desechó el empleo de perforadora de columna, y por fin, tras largas pruebas, se adoptó el tipo único CP-10 Chicago P-Tool.

Además de estas instalaciones, inherentes a la perforación propiamente dicha del túnel, necesitó la contrata construir en Robregordo varios pabellones, para oficinas, viviendas, talleres, hospital, economato, etc.

También llegó a emplear la contrata, en el interior del túnel, para activar la destroza, una pala excavadora, accionada por aire comprimido, pero que trabajó escaso tiempo, pues dificultaba mucho las maniobras y no cargaba bien en la zona con excesiva roca.

#### TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

El túnel quedó completamente terminado a fin del año anterior, salvo la boquilla Sur, que el mal tiempo no nos ha permitido ultimar, cuyos modelos especiales, aprobados por la Superioridad, están inspirados, para ésta, en la puerta de San Vicente, de Avila, y para la de la boca Norte, ya terminada, en el Castillo de la Mota, de Medina del Campo, como puede verse en las fotografías adjuntas.

La dirección de las obras de la subsección 3.<sup>a</sup> de la 1.<sup>a</sup> sección del ferrocarril de Madrid a Burgos, de la que forma parte el túnel de Somosierra, está encomendada por la Jefatura al que suscribe, perfectamente secundado por el personal a sus órdenes, así como por el de la contrata, perteneciente a "Construcciones Bernal, S. A.", mereciendo especial mención el Ingeniero Industrial D. Nicasio Bernad Bernad, encargado durante los últimos cinco años de las obras de dicho túnel y de las restantes de la sección, a cuyo constante celo y laboriosidad se debe grandemente el feliz éxito de la perforación.

DESAGÜES PROFUNDOS DE EMBALSES Y  
FENÓMENOS DE CAVITACION EN LOS MISMOS

# Fenómenos de cavitación en hidráulica

Por JOSE LUIS GOMEZ-NAVARRO (hijo),  
Ingeniero de Caminos.

La palabra cavitación indica la formación de cavidades en el agua, cavidades que están ocupadas por vapor de agua y por otros gases.

Aparece por primera vez esta palabra en Inglaterra en el año 1894 como resultado de las pruebas del cazatorpederos "Daring", en las que se observó que, a partir de una cierta velocidad, aumentaba de una manera desproporcionada el deslizamiento de la hélice, o sea, el tanto por ciento de descenso de la velocidad efectiva del barco con relación a la teórica calculada para el número de revoluciones y presión superficial previamente determinada. Este aumento del deslizamiento de la hélice producía un descenso considerable del rendimiento de la misma. Barnaby dedujo entonces que, con velocidades y presiones superficiales elevadas, el agua se desprendía de la superficie de la hélice, no siguiendo su curvatura, y se producían cavidades o vacíos, o sea, en resumen, el fenómeno que se denominó cavitación.

Al incrementarse, con el transcurso de los años, el número de revoluciones de las hélices y, por tanto, las velocidades de los barcos, los fenómenos de cavitación adquirían cada día más importancia y se observaban pérdidas de rendimiento del 10 al 25 por 100 y destrucciones muy rápidas de las hélices, que tenían una apariencia completamente distinta a la ofrecida por la destrucción del mismo material en agua del mar debido a ataques químicos o galvánicos.

Engleson cita como ejemplo de rápida destrucción de las hélices por fenómenos de cavitación el del vapor "Mauritania", cuyas hélices presentaban a los tres meses de servicio corrosiones tan importantes que hacían preciso su sustitución. Las corrosiones se producían en una superficie de tres a cuatro pies cuadrados y la profundidad de las mismas alcanzaba en algunos sitios 60 milímetros.

Como cada hélice pesaba 20 toneladas y estaba fundida en bronce de primera calidad, solamente estos datos dan una idea de la importancia económica de la sustitución. Después de laboriosos ensayos se llegó a encontrar una aleación de bronce con manganeso que demostró resistir mejor a estos fenómenos de cavitación. No se llegó a encontrar explicación satisfactoria al fenómeno de esta rápida corrosión, pero se llegó a deducir que era principalmente producida por efectos mecánicos.

En las hélices de un destructor de la marina de guerra austrohúngara se apreciaban corrosiones muy intensas a las veinticuatro horas de marchas forzadas, y a los ocho días tenían agujeros del tamaño de una mano.

Los fenómenos de cavitación no son privativos de las hélices de los barcos; y así también aparecen a principios de siglo en los rodetes de las turbinas hidráulicas, apreciándose por primera vez en la central hidroeléctrica de Jaice (Bosnia).

Desde entonces se han efectuado estudios sistemáticos teóricos y de laboratorio sobre estos fenómenos de cavitación y especialmente en lo que se refiere a las turbinas hidráulicas. La intensidad de la cavitación y de la corrosión por cavitación ha aumentado en importancia, al aumentar el número de revoluciones específicas de las modernas turbinas, especialmente en las turbinas Francis tipo rápido, en las turbinas-hélice y en las turbinas Kaplan.

En España se han observado importantes corrosiones por cavitación en los rodetes de muchas centrales hidroeléctricas. Entre ellas recordamos las de Tremp, Serós, Camarasa, Anzánigo, Chorro, Almadenes, etc. La rapidez de estas corrosiones era tal que en alguna de las centrales anteriormente enumeradas existía siempre un grupo en reparación, reparación que consistía en rellenar con soldadura los

orificios que en los rodetes se habían producido.

En cuanto al desgaste de las turbinas en su rodete, distribuidor, tubo de aspiración, cámara y tubería de presión, hay que distinguir el causado por erosión y el originado por corrosión.

Cuando el agua va cargada de material sólido, especialmente silíceo, éste, a manera de esmeril, lima las superficies y ocasiona un desgaste a veces de enorme consideración, que determina la necesidad de frecuentes reposiciones de los órganos deteriorados. Citemos los casos de la Central de Premont, en Francia, en donde cada dieciocho o veinte días había que reparar las paletas del distribuidor. En

al 30 por 100. Más tarde este defecto se corrigió en virtud de las geniales disposiciones de nuestro llorado compañero Sr. Arellano.

En los fenómenos de corrosión que tienen por base la cavitación, el caudal sólido no interviene, y a ellos nos referimos en esta conferencia.

En la erosión, la superficie desgastada queda brillante, como pulimentada. En la corrosión se presenta esponjosa, como se verá claramente en alguna de las fotografías que proyectaremos; el material queda como el de un terrón de azúcar que se sumerge en el agua y que se saca antes de su completa disolución.



Fig. 1.—Vista.

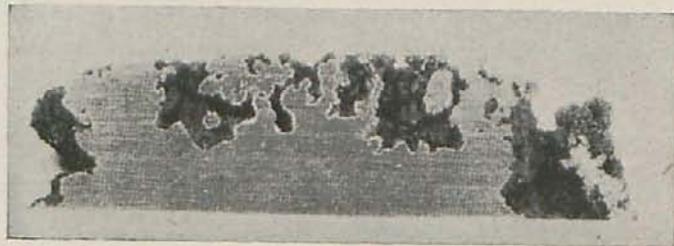


Fig. 2.—Sección.

Figs. 1 y 2.—Corrosión de hierro fundido.

la Central de Florida Blanca, en Santiago de Chile, a los ocho meses de ponerla en marcha estaban ya las turbinas tan desgastadas, que fué preciso sustituir algunas de sus partes. Al notar el creciente descenso de rendimiento, estando aún la Central en período de garantía por la casa constructora, se reclamó a ésta, achacando el defecto a las turbinas. El ingeniero Dufour fué a examinar el caso y comprobó la causa, debida a la erosión del enorme caudal sólido que arrastraban las aguas, que no era suficiente a eliminar el depósito de sedimentación construido; y comenzó a efectuar ensayos con el nuevo tipo de purga continua, que lleva su nombre, y que tan extendido está en la actualidad.

Otro caso de erosión, entre muchos en España, se presentó en la Central de la Teledinámica del Gállego, en donde la pérdida de rendimiento llegó

En ambos casos el rendimiento disminuye por falta de ajuste entre el rodete y distribuidor y aumento de la pérdida por fuga de agua sin trabajo útil.

Estos fenómenos de cavitación se notaron primero en las hélices de los barcos y empezaron a estudiarse. En las turbinas se presentaron cuando se comenzó a instalar las turbinas rápidas. Antes se creyó que la energía correspondiente a la velocidad de salida del agua del rodete era enteramente perdida, y para aminorar ésta, dicha velocidad era escasa, y los tubos de aspiración de sección constante. Pero al perfeccionarse éstos y conocerse la recuperación de la energía que se podía conseguir con ellos dándales cierta conicidad y trazado conveniente; aminorando así la velocidad al final de ellos, que es la determinante de la energía efectiva-

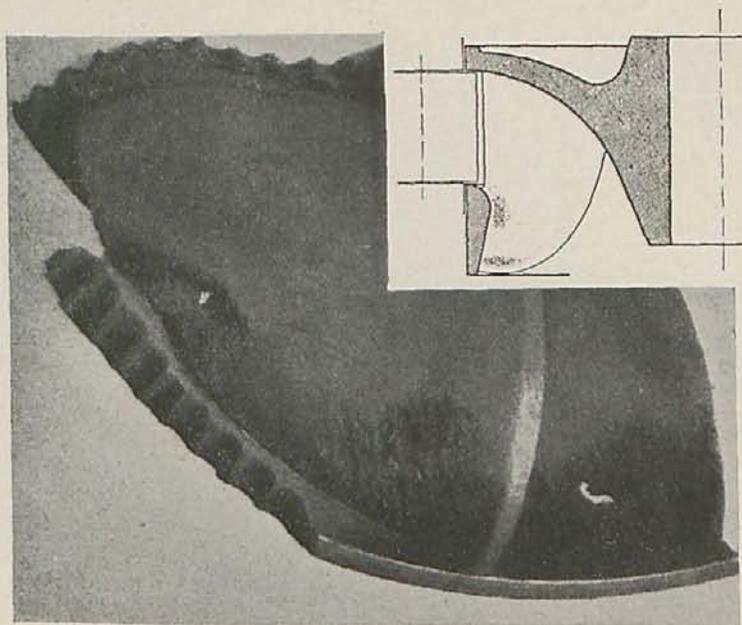


Fig. 3.—Sección y fotografía de un rodete de turbina Francis de hierro fundido. Probable causa de la corrosión: cavitación producida por excesiva curvatura de la corona exterior, ángulo de los rodetes inapropiado, unido todo ello a una altura de aspiración elevada.

mente perdida, se aumentó la velocidad de agua en los rodetes de las turbinas, creándose las rápidas, sin disminuir la altura estática de los tubos de aspiración. Pero con dicho aumento de velocidad se producía una disminución de presión, que hizo aparecer la corrosión.

Este fenómeno sorprendió a las casas constructoras, que sufrieron pérdidas enormes, pues garan-

tizando éstas el rendimiento de las turbinas durante un cierto tiempo, al disminuir durante el período de garantía dicho rendimiento, tuvieron que abonar cuantiosas indemnizaciones, o sustituir, por su cuenta, los rodetes de acero o de fundición por otros de bronce, que resisten más a dicho desgaste.

Hoy, ya conocida la causa del fenómeno, en las turbinas rápidas se disminuye la altura del tubo



Fig. 4.—Trozo corroído de un alabe de acero dulce de un rodete Francis. Causa de la cavitación la misma que la de la fig. 3.

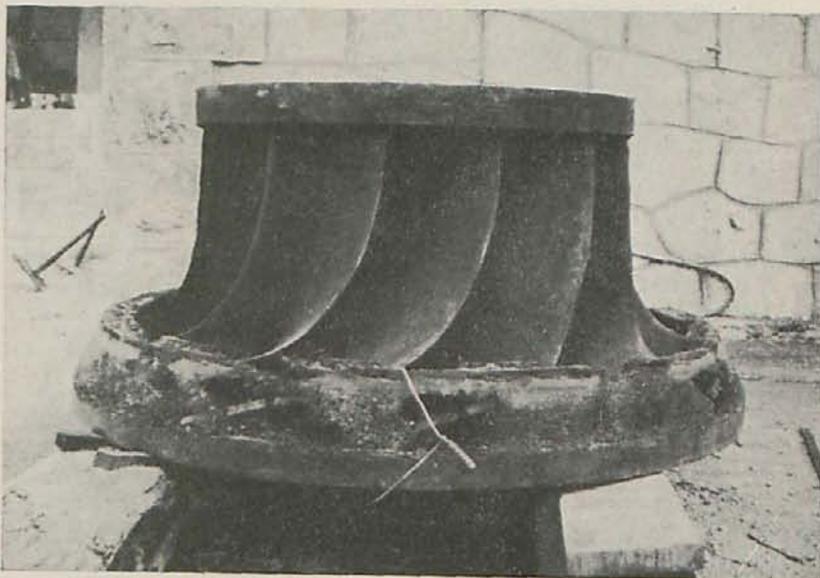


Fig. 5.—Rodete de la central de Bolarque corroído. En esta central las turbinas de una fábrica disminuyeron en rendimiento en un 12 por 100 por la cavitación. En la turbina de otra fabricación después de seis años de funcionamiento disminuyó el rendimiento en un 25 por 100.

de aspiración, y con ello la depresión en el rodete; y ésta es una de las razones por que en su instalación se adopta el tipo de turbina de eje vertical, que permite colocar ésta cerca del nivel del desagüe, y prolongando el eje, acoplar a él el alternador, a altura suficiente para que quede fuera del alcance de riadas. Y así vemos que en las modernas turbinas,

ante la introducción de las rápidas, han casi desaparecido las de rodetes múltiples, y por ello la conveniencia en aquéllas de corto tubo de aspiración se emplean muy poco las turbinas de eje horizontal, que llevan corrientemente la exigencia de tubo de aspiración de gran altura estática, para que quede el piso de la casa de máquinas libre de riadas.

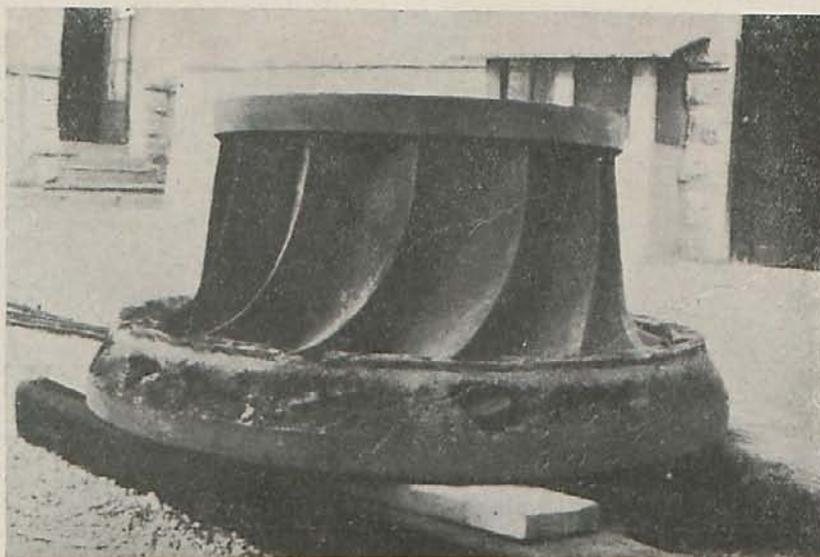


Fig. 6.—Otro rodete de la central de Bolarque corroído.

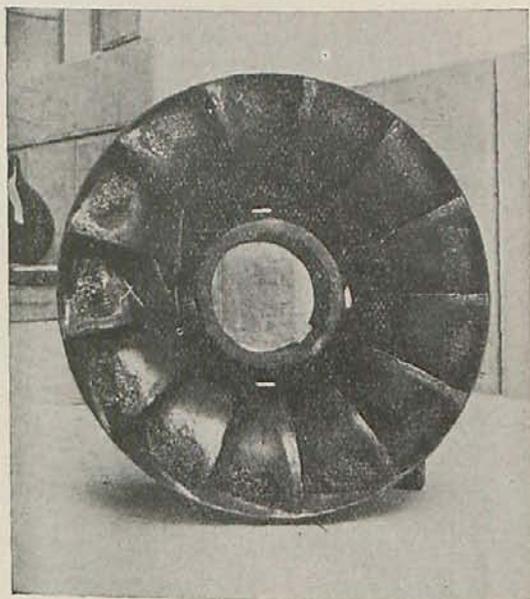


Fig. 7.

La importancia que en la corrosión tiene el tubo de aspiración en las turbinas se probó claramente en una central que tenía turbinas de doble rodete, de eje vertical; un rodete quedaba cerca del nivel de aguas abajo, con corto tubo de aspiración, mientras que era largo el tubo en el rodete superior. La corrosión se presentó intensamente en este último, quedando libre de ella el primero.

Se forman cavidades en la vena líquida y se producen corrosiones, especialmente, allí en donde, por defecto de proyecto, no existe aplicación de aquélla sobre el material metálico en las zonas en donde la presión es escasa. Este mismo efecto se ocasiona en los rodetes de las turbinas cuando, proyectadas para máximo rendimiento, con una cierta carga y determinada la curvatura conveniente de los álabes, al funcionar a carga diferente durante mucho tiempo, se origina una falta de aplicación del agua a la curvatura de los álabes.

La altitud del lugar influye en los fenómenos de corrosión, puesto que limita la altura estática del tubo de aspiración, es decir, la de la columna



Fig. 8.



Fig. 9.

Figuras 7, 8 y 9.—Corrosiones por cavitación de los rodetes de las turbinas de la central de los Almadenes.

barométrica. Esta altura al nivel del mar es, como sabemos, de unos 10 metros; mientras que a 2.000 metros de altitud es de unos ocho metros. Pero como no se debe llegar en los rodetes, por varias razones, a la presión cero, y como la presión límite ha de disminuirse por efecto de la tensión del vapor de agua,

y por la velocidad del agua a la salida del rodete y por el rendimiento del tubo de aspiración; de aquí que siendo en las turbinas lentas un límite práctico de la altura de éste el de siete metros, en las turbinas rápidas este límite se disminuye hasta llegar a cuatro metros, y aún menos, en las turbinas hélice.

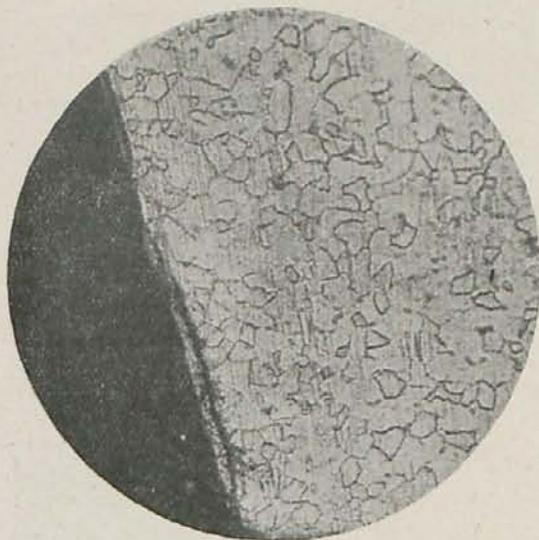


Fig. 10.

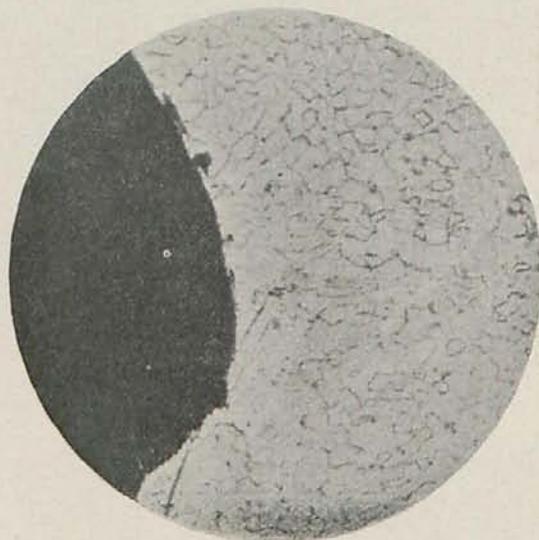


Fig. 11.

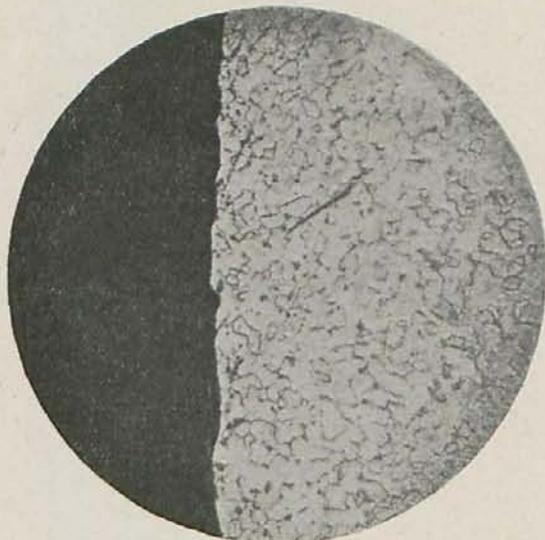


Fig. 12.

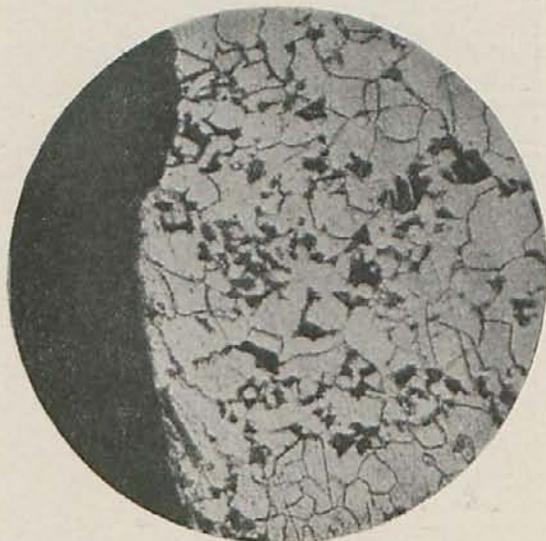


Fig. 13.—Estructura del material Ferrita Perlita.

Figs. 10, 11, 12 y 13.—Microfotografías (150 $\times$ ) de una parte de turbina de palastro muy blando corroída por cavitación.

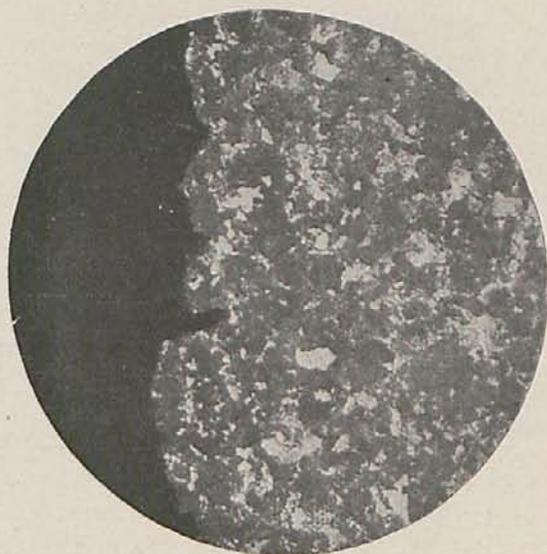


Fig. 14.—Microfotografía (150×) de un trozo de turbina corroído por cavitación. Material acero al cromo-níquel de estructura sorbitica.

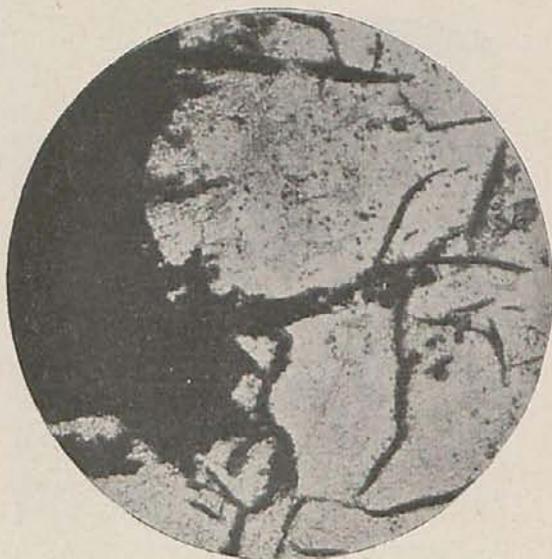


Fig. 15.—Microfotografía (150×) de un trozo de turbina de hierro fundido corroído por cavitación.

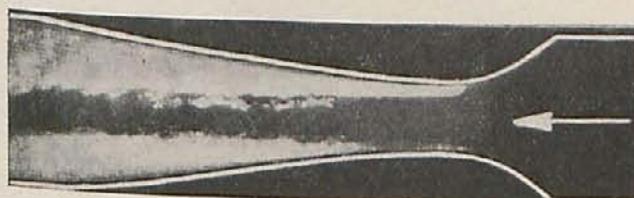


Fig. 16.



Fig. 17.



Fig. 18.

Fotografías de algunos ensayos efectuados por Föttinger en difusores y en llaves. Se observa la formación de burbujas detrás de la zona de sección mínima.

Se producen también fenómenos de cavitación en las bombas, en las tuberías, en los órganos de cierre de las mismas, en los desagües profundos de los embalses, en los órganos de cierre de los mismos, etcétera.

Se forman cavidades, o sea, se producen fenómenos de cavitación, en cualquier partícula de una

masa líquida en la que la presión absoluta  $p$ , que le transmiten las otras partículas o las paredes que envuelven a la masa líquida, se acerque o descienda por debajo de la presión absoluta  $p_a$  de evaporización del líquido, o sea cuando  $p$  es igual o menor que  $p_a$ . El valor de  $p_a$  depende del líquido en cuestión y de su temperatura. La disminución de pre-

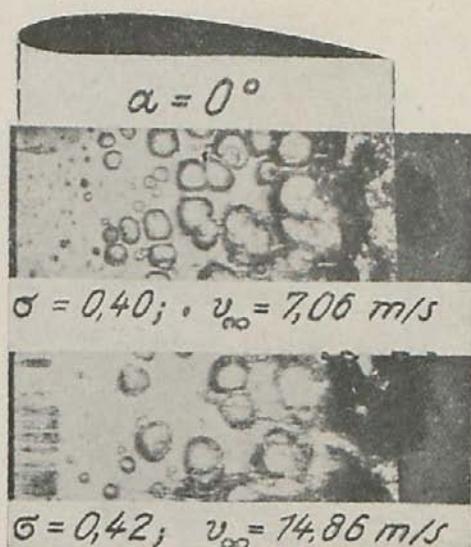


Fig. 19. Ensayo en el tanque de cavitaciones de Göttingen de un perfil de hélice de barco. Se aprecia la formación de burbujas.

Fotografías tomadas con una máquina cinematográfica lenta de 2.400 vistas por segundo.

sión necesaria para que se produzcan cavitaciones es menor si se trata de líquidos a temperatura elevada y muy cercana al punto de ebullición. Tratándose de líquidos fríos y de punto de ebullición elevado se puede tomar aproximadamente como valor para  $p_a$  el de  $\theta$ . En el caso particular del agua, que es el líquido que más nos interesa,  $p_a$  tiene los siguientes valores expresados en  $\text{kgs/cm}^2$  para diversas temperaturas, medidas en grados centígrados.

$t = 0^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	
$p_a = 0,0063$	$0,0124$	$0,0237$	$0,0429$	$\text{kgs/cm}^2$

Al descender la presión absoluta sobre una partícula de agua y antes de que comience el desprendimiento de partículas de vapor se desprenden los gases que el agua lleva en disolución y en suspensión, principalmente oxígeno, anhídrido carbónico y amoníaco. Excepto en los casos particulares de líquidos muy ricos en gases, como por ejemplo, las aguas minerales carbónicas, las procedentes de lavaderos o de explotaciones mineras o de fábricas químicas, no ha lugar a considerar diferente la presión en la que comienza el desprendimiento de los gases disueltos en el agua, de la que comienza el desprendimiento de las partículas de vapor de agua. El volumen de gases disueltos que se pueden desprender del agua es muy reducido, con relación al ilimitado de posibles partículas de vapor de agua.

Como hemos dicho antes, los fenómenos de cavitación se producen por disminución de presión en partículas del líquido a estudiar. Estas disminuciones de presión pueden ser producidas por muy diversas causas; en nuestro caso particular nos interesa especialmente las producidas por un cambio brusco de la sección de una conducción, o por un fuerte cambio de dirección de la misma, o por la formación de remolinos producidos al chocar el agua contra obstáculos que encuentra en su marcha; especialmente ocurre esto en la aspiración de los rodets de las turbinas, que es una zona en la que la presión estática es muy reducida. En este caso, cuanto mayor sea la velocidad del agua y la altura de aspiración, mayor intensidad adquirirán los fenómenos de cavitación.

Las burbujas de gases y de vapor se forman en los puntos de presión mínima, o sea en las cercanías de la superficie, excepto en los casos de movimiento de torbellino, o de remolino, en los cuales se forman en el centro del remolino o torbellino.

Las velocidades y presiones en los distintos puntos de una corriente líquida, para el estudio de los fenómenos de cavitación, pueden determinarse por medio de la fórmula de Bernuilli.

Los procesos físicos a que dan lugar los fenómenos de cavitación se pueden descomponer en dos períodos.

El primer período es el de formación de burbujas o cavidades, por desprendimiento de los gases disueltos en el agua y vaporización posterior de la misma. El tamaño de estas cavidades oscila entre fracciones de milímetro cúbico a metro cúbico en el caso de las hélices de los barcos, o de los rodets en las grandes turbinas.

Las cavidades pueden formarse, o por separación de la vena líquida de las paredes, por ejemplo, en los casos de codos cambios bruscos de sección, álabes de rodets de turbinas mal estudiados, en cuyo caso las cavidades se forman en contacto con las paredes, o en el centro de los remolinos o torbellinos, producidos en los filetes líquidos, por choque de los mismos contra cualquier obstáculo.

El segundo período del proceso físico de la cavitación es el de anulación, o atenuación de las cavidades al entrar éstas en una zona de presiones más elevadas. Este período se caracteriza por la producción de fuertes ruidos, vibraciones y choques, debidos a la falta de elasticidad del agua al comprimirse las cavidades.

Al desaparecer las cavidades, por aumentar la presión, el vapor de agua contenido en aquéllas se

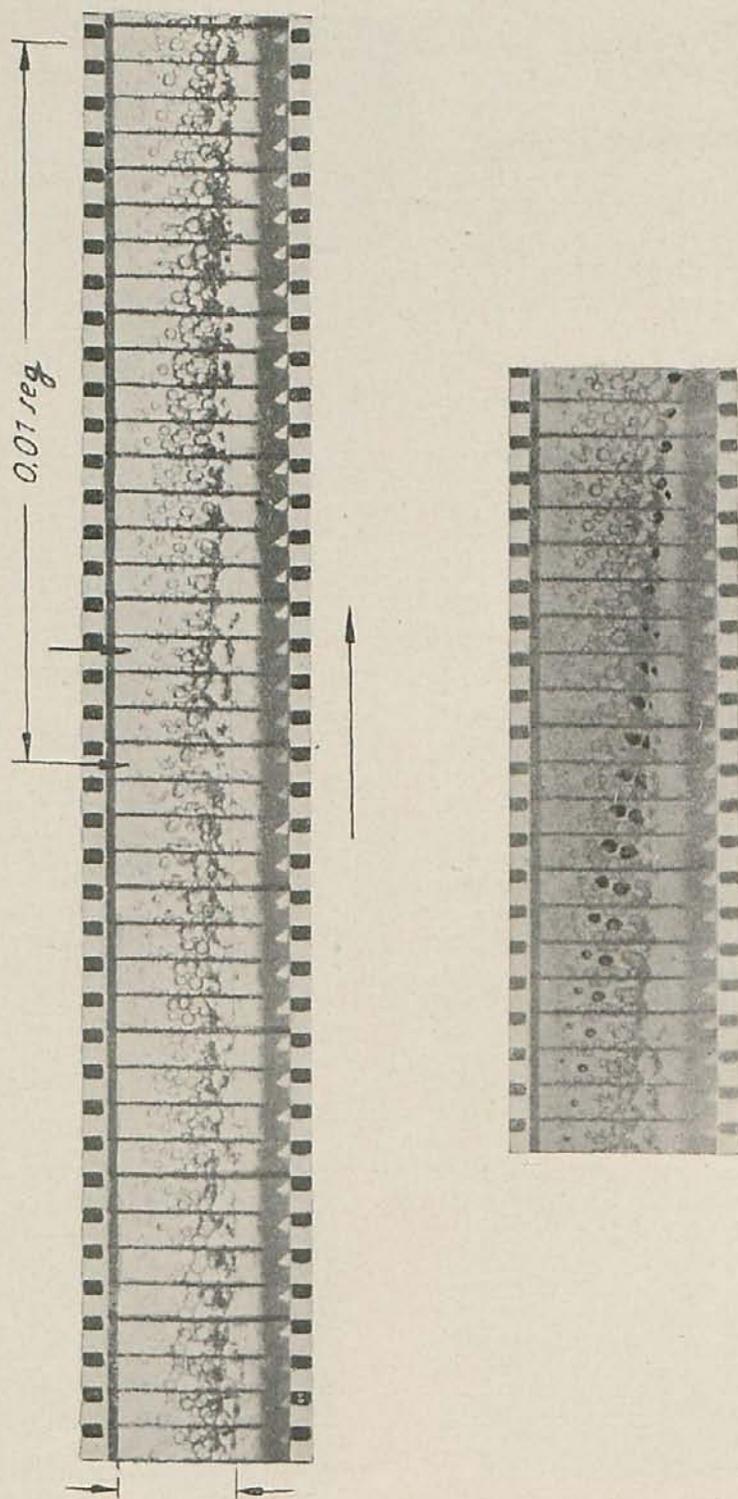


Fig. 20. — Ensayos de Göttingen. Film tomado con la cámara lenta (2.000 fotografías por segundo). Se ve el crecimiento de las burbujas sobre la sección y su colisión cerca del borde.

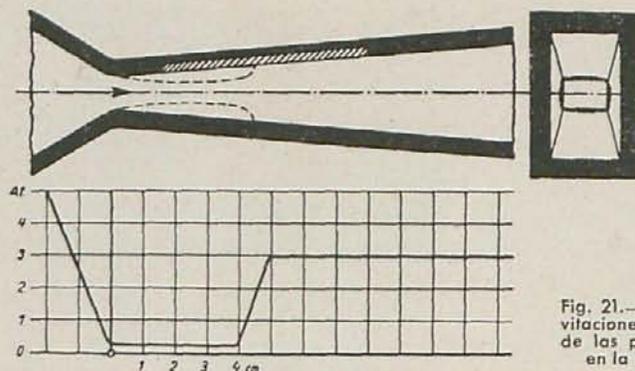


Fig. 21.—Esquema de un difusor de ensayos de cavilaciones y diagrama de las presiones a lo largo de las paredes del difusor. Velocidad del agua en la sección menor: 44 metros por segundo.

condensa y se comprime, dando lugar a presiones muy elevadas sobre las paredes de las conducciones. Föttinger deduce que, como la duración de estos períodos de compresión es del orden de una centésima a una milésima de segundo, se puede llegar a producir presiones locales máximas del orden del millar de atmósferas.

Este mismo profesor atribuye la rápida destrucción de los materiales por fenómenos de cavitación, principalmente, a esta continua formación y desaparición de cavidades en fracciones de segundos y que producen presiones locales tan elevadas como antes hemos indicado. Estas presiones elevadas actúan en todas las pequeñas grietas o poros que presenta la superficie del material y da lugar a la rápida destrucción. Su efecto puede compararse al de una cuña que poco a poco fuese desprendiendo pequeñas partículas de material y aumentase, por tanto, el volumen del poro o de la grieta.

Nos hemos referido hasta ahora a los efectos mecánicos producidos sobre los materiales por la rápida y continua formación y desaparición de cavidades, dando lugar a aumentos locales de presión, choques repetidos, ruidos, etc., etc. Pero, además, se producen en todos los poros o grietas otros efectos fisicoquímicos secundarios, entre los que se pueden citar los efectos galvánicos, los ataques químicos, oxidaciones muy rápidas e intensas, etc. Conviene recordar que como la repetida y rápida formación y desaparición de cavidades en los poros y grietas produce una especie de efecto de cuña y constantemente se desprenden partículas pequeñas de material, las superficies sobre las que actúan los fenómenos fisicoquímicos antes enumerados se renuevan constantemente; y así, por ejemplo, no ha lugar nunca a la formación de una pequeña capa de óxido que proteja momentáneamente contra una posterior oxidación.

Las sucesivas compresiones y descompresiones en las cavidades producen oscilaciones de temperatura, y unido esto a los ataques químicos, continuamente se producen asociaciones y disociaciones químicas. Así, por ejemplo, el anhídrido carbónico se disocia en ácido carbónico y ozono; el vapor de agua también se disocia, formándose hidrógeno y ozono.

Por tanto, la rápida destrucción de material por fenómenos de cavitación es debida a la acción unida de la presión, del calor, del vapor de agua,

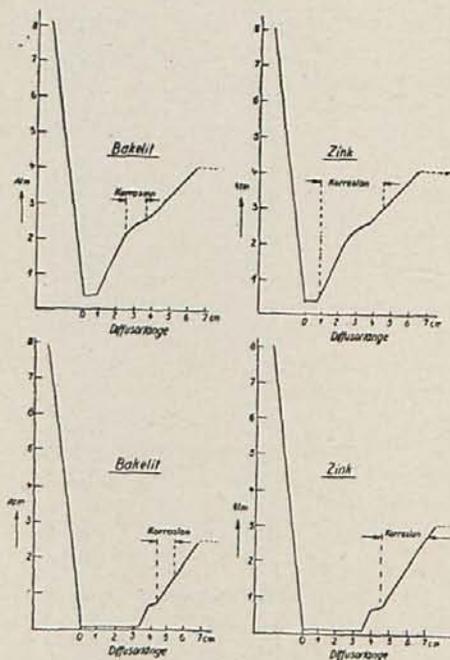


Fig. 22. Curvas de la variación de presión con distintos materiales colocados en la zona rayada del difusor de la figura 20. En los gráficos se indican las zonas de corrosión.

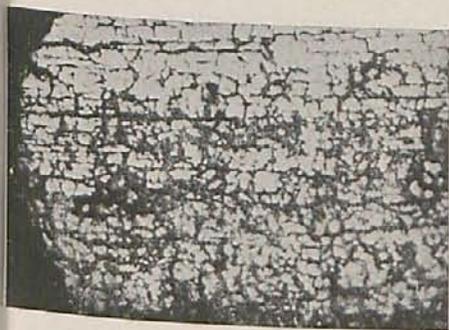


Fig. 23.

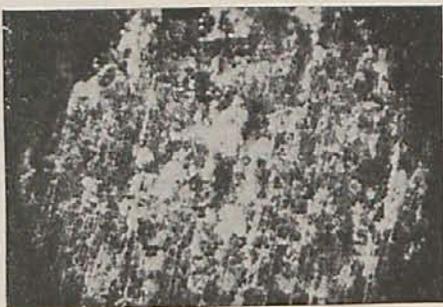


Fig. 24.

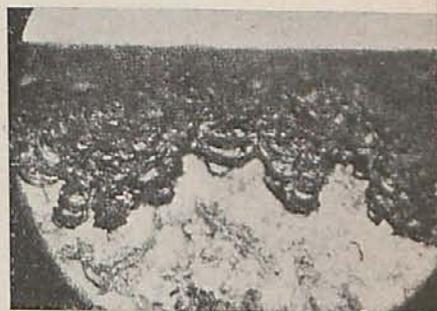


Fig. 25.

Las figuras 23 y 24 son microfotografías de bakelita corroída y la 25 una sección de corrosión del mismo material perpendicularmente a la superficie.

del oxígeno naciente, que da lugar a oxidaciones muy energías y rápidas.

Los fenómenos de cavitación producen diferentes efectos perniciosos apreciables. Entre ellos se pueden enumerar los ruidos, las pérdidas de energía, las corrosiones, roturas y diferentes perjuicios indirectos.

La intensidad de los ruidos depende de la intensidad de los fenómenos de cavitación que se produzcan. En su gradación van, desde un pequeño chisporroteo, hasta un estruendo o crepitar; por ejemplo, cuando se abre una llave de una conducción de agua, da un golpeteo, en el caso de una calefacción de vapor, y al aumentar la sección de la tubería y la velocidad de circulación del agua, por la misma, y siendo aquella metálica, el ruido llega a ser insoportable y se asemeja al de los truenos. El ruido producido por los fenómenos de cavitación en las turbinas se asemeja al producido por centenares de bombas alternativas, de émbolo defectuoso, funcionando simultáneamente.

El ruido producido por los fenómenos de cavitación en las primitivas hélices del vapor "Mauritania" era tan insoportable, que fué necesario cam-

biar el emplazamiento de los camarotes de los camareros, camarotes que estaban situados en las cercanías de las hélices.

En las grandes turbinas hidráulicas turbobombas y en los dispositivos de cierre de los desagües de pantano se observan también ruidos parecidos a los del trueno.

Las pérdidas de energía a que dan lugar los fenómenos de cavitación son debidas principalmente a tres causas:

La primera son los continuos choques, no elásticos, que se producen al entrar las cavidades, rellenas de gases y de vapor de agua, de zonas de presiones reducidas a zonas de presiones elevadas, y, por tanto, cuando se reduce el volumen de las cavidades o desaparecen totalmente.

La segunda causa de las pérdidas de energía, debida a fenómenos de cavitación, son debidas al aumento del rozamiento de partículas, al producirse movimientos transversales de las mismas, al disminuir, o anularse el volumen de las cavidades.

La tercera causa de las pérdidas de energía producidas por fenómenos de cavitación son los remolinos, o torbellinos, que se forman al separarse



Fig. 26. -- Vista de las corrosiones en el zinc.



Fig. 27. -- Vista de la corrosión del hierro fundido.



Fig. 28.—Vista de la superficie de un agujero producido por corrosión.

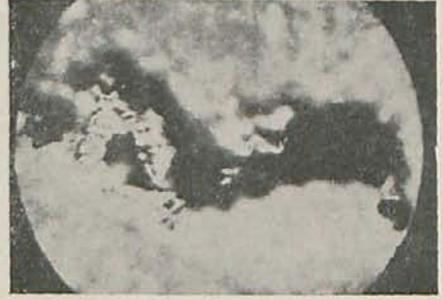


Fig. 29.—Vista de la parte media del agujero producido por la corrosión.

Destrucción de un trozo de bronce.

la vena líquida de las paredes de la conducción, o al chocar ésta contra cualquier obstáculo que encuentre a su paso.

Casi siempre que se producen cavitaciones intensas aparece, en la superficie de los materiales atacados, corrosiones de un tipo muy particular, o sea destrucción de la superficie de los materiales, muy distintas de la debida a acciones químicas o galvánicas; y además, en el caso de corrosiones por cavitación, la rapidez de la destrucción es muchísimo mayor.

Corrosiones por cavitación se han observado en las hélices de los barcos, en los rodetes de las turbinas, en las turbo-bombas, en las tuberías, en los órganos de cierre de las mismas. Estas corrosiones,

con mayor o menor intensidad, atacan a distintos materiales, hierro fundido, acero fundido, hierro dulce, bronce, etc., etc.

Föttinger ha observado que también el cristal, que es un material pasivo, en lo que se refiere a ataques químicos y galvánicos, después de dos horas de someterlo a cavitaciones intensas se aprecian en él corrosiones importantes y en algunos casos agujeros en el mismo.

El debilitamiento constante del espesor del material, la fatiga del mismo por estar sometido a grandes impactos, a choques continuos del agua y a fuertes vibraciones, da lugar a roturas. Las roturas, por cavitación, aparecen, en algunos casos, en puntos alejados de aquellos en los que se produce

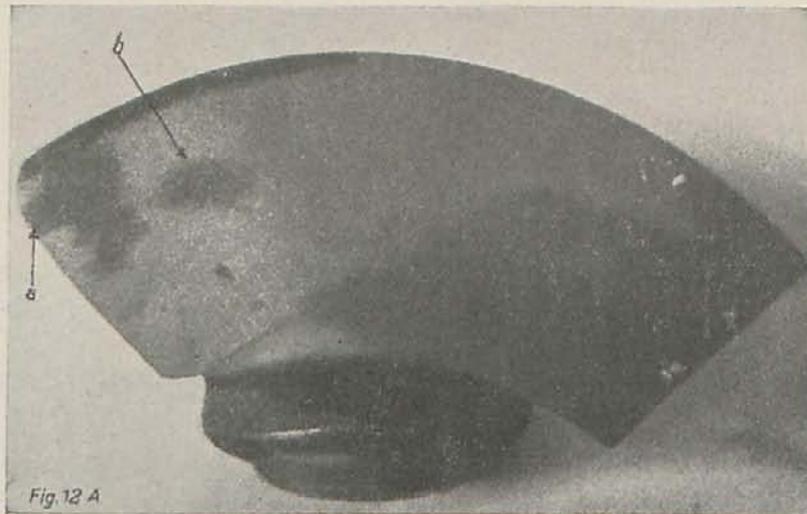


Fig. 30.—Las figuras 30 a 33 muestran álabes corroídos de distintos materiales. Estos álabes se colocaron en una turbina Kaplan de ensayos con álabes intercambiables. La altura de salto con que trabajaba la turbina de ensayo se podía variar hasta 22 metros.

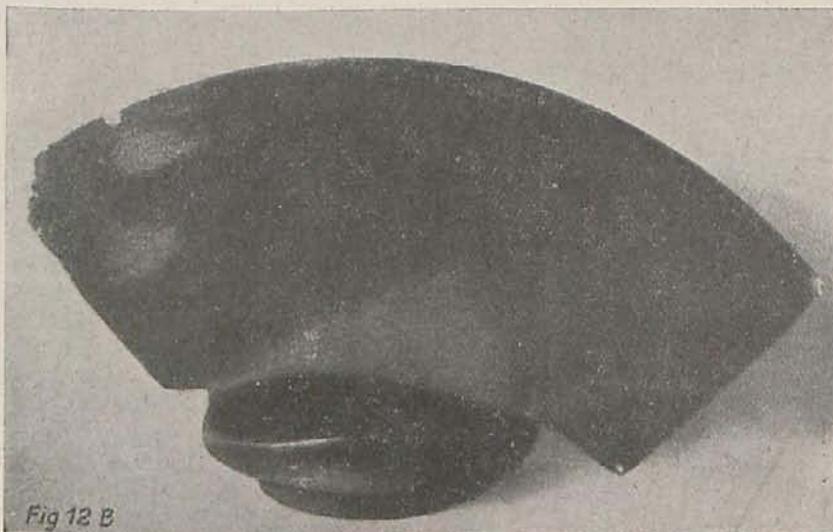


Fig. 31. — El álabe de la fig. 30 es de una composición especial de bronce (Turbadiumbronce) y muestra importantes corrosiones. El material del de la fig. 31 es de acero fundido con pequeño contenido de cromo y de nickel, y está también muy corroído; la pérdida de peso es de 30 gramos.

con mayor intensidad la cavitación. Esto es debido a la transmisión de las vibraciones a lo largo de las tuberías o conducciones.

La intensidad de los fenómenos de cavitación impide en algunos casos el aplicar las observaciones y los resultados de ensayos que se obtienen en corrientes de aire a corrientes de agua; así como da lugar a que no sean aplicables los resultados que se

obtienen en los ensayos hidráulicos en modelo reducido, ya que al aumentar las velocidades, en la realidad, con relación a las obtenidas en los modelos reducidos, aparecen fenómenos de cavitación que no se aprecian en aquellos modelos. Para la aplicación de los resultados obtenidos en los ensayos en modelos reducidos hay que tener en cuenta las variaciones que introducen los fenómenos de cavitación.

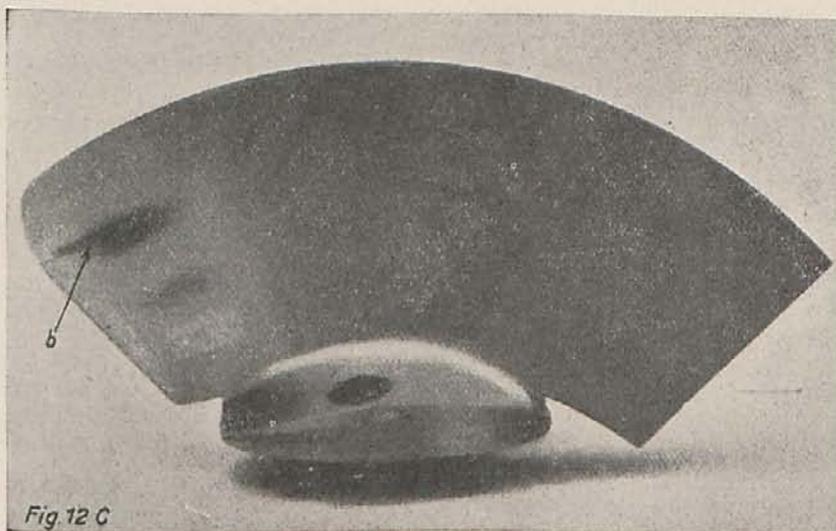


Fig. 32. — El material es acero fundido con elevada proporción de nickel y de cromo y es el material más resistente.

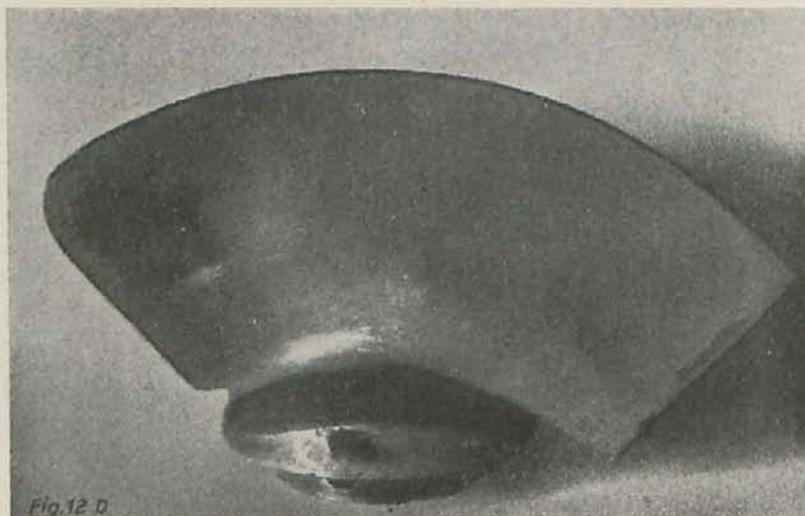


Fig. 33. — El material de esta figura, es acero fundido cromado electrolíticamente. La capa de cromo, de pequeño espesor, se exfolió al poco tiempo y saltó.

El no tener en cuenta este hecho dió lugar a que en un cazatorpedero inglés se apreciaran disminuciones de velocidad del 7 por 100 y de rendimiento del 20 al 25 por 100 con relación a las obtenidas por ensayo en modelo reducido.

Existen principalmente tres teorías que tratan de explicar la rápida corrosión de los materiales por fenómenos de cavitación. Estas tres teorías son: la teoría química, la galvánica y la de la acción mecánica.

La teoría química del profesor Reichel acepta que las corrosiones son debidas al ataque de los materiales por el nitrógeno y el oxígeno que el agua lleva en suspensión, o en disolución y que al desprenderse del agua, por disminución de presión y encontrarse en estado naciente, son químicamente muy activos.

Esta teoría se aplica por igual al agua dulce y al agua salada; y se puede aplicar también al anhídrido carbónico y otros gases, químicamente activos, que el agua lleva en suspensión. Esta teoría se explica por la acción de los gases disueltos en el agua en todos los poros o grietas que presenta la superficie de los materiales.

La teoría electrolítica se aplica especialmente a aguas ácidas y al agua del mar; y supone que se forman elementos galvánicos entre los elementos de la superficie de los materiales, de características distintas. Estas desigualdades, entre los elementos de la superficie de los materiales, pueden producirse

por distintas causas, entre las que se pueden enumerar el desigual enfriamiento de los metales, las desigualdades de la superficie producidas por el trabajo de los metales, la existencia en éstos de algún residuo de escoria, la desigual tensión interna, etc., etcétera. Esta acción galvánica tiene mayor importancia al aumentar la temperatura del agua.

Se producen corrosiones por causas químicas y electrolíticas lentas, aun sin existencia de vacíos o cavidades y aun con velocidades de agua muy reducidas. Esta circunstancia, unida a que las corrosiones por cavitación ofrecen un aspecto completamente distinto a las corrosiones producidas por aquellas causas, y además la gran rapidez en la destrucción de los materiales por la cavitación, en relación a la destrucción puramente química y galvánica, da lugar a que ambas teorías no expliquen satisfactoriamente la rapidez de las corrosiones por cavitación.

Las teorías anteriores están en contraposición con los resultados de los ensayos modernos, que han demostrado que no es necesario ni una acción química ni electrolítica, para que aparezcan fenómenos de corrosión por cavitación. Estos ensayos han hecho llegar a la conclusión de que la causa de la rápida destrucción de los materiales, por cavitación, es debida principalmente a la acción mecánica, continua, de martilleo, producida por los choques de partículas de agua, choques que se repiten millares de veces por segundo.

# EL pH Y LA ESTABILIDAD QUIMICA DE LOS CEMENTOS

Por ANTONIO LÓPEZ FRANCO, Ingeniero de Caminos

Las alteraciones que experimentan las pastas de cemento al fraguar en determinados ambientes, constituye un problema, ya clásico, del que constantemente se habla y no ha llegado todavía a una solución satisfactoria; la explicación que en líneas generales se da al fenómeno es, como todos sabemos, el que los silicatos que constituyen el cemento, al hidratarse durante el fraguado, pierden basicidad, transformándose de tricálcicos en monocálcicos, originándose, por tanto, un desprendimiento de hidróxido cálcico,  $\text{Ca(OH)}_2$ , *cal libre*, que no debe confundirse con el  $\text{CaO}$ , que en pequeña cantidad pudiera contener el cemento en polvo, y que teóricamente no debe existir, al menos en los portlands, y si existe, es en tan pequeña cantidad, que durante el ensilado se hidroxida y carbonata meteóricamente. El  $\text{Ca(OH)}_2$  antes citado, reacciona con facilidad con las sales que lleva en disolución el agua del ambiente, originándose reacciones químicas que pueden determinar la destrucción o no formación de los macizos.

Estas reacciones son muy complejas y está probado que en ellas entran en juego los aluminatos, que también integran el cemento, y que con los sulfatos de las aguas marinas o selenitosas y el  $\text{Ca(OH)}_2$  desprendido, originan el sulfoaluminato de calcio, al que se atribuyen los efectos de disgregación observados; ahora bien: dentro de estas explicaciones racionales, se vienen haciendo investigaciones, cuyos resultados, si bien no las contradicen en principio, ponen de manifiesto que las cosas ocurren de modo diferente.

En primer lugar, el sulfoaluminato citado (sal de Candlot) no es de por sí el agente destructivo, y la prueba es que provocamos su formación con la adición de  $\text{SO}_4\text{Ca}$  a los *clinkers*, antes de la molienda, con objeto de sustituir la rápida hidratación de los aluminatos, por la más lenta del sulfoaluminato, y es que esta sal, cuando se produce por cristalización en el seno de una disolución, no sólo no es nociva, sino que contribuye al endurecimiento del conjunto; pero cuando se forma por una reacción de los sulfatos disueltos con los aluminatos sólidos, no sobreviene cristali-

zación ninguna, sino que se produce un sólido disgregado sin cohesión (1); ocurre lo mismo que con el  $\text{Ca(OH)}_2$ , que cuando procede de disolución, cristaliza, mientras que cuando se forma por la acción directa del  $\text{H}_2\text{O}$  sobre el  $\text{CaO}$ , el producto no tiene consistencia ninguna.

Hay que procurar, pues, que la reacción de hidratación que determina el endurecimiento de las pastas de cemento, se verifique en el seno de disoluciones, y como está demostrado que la solubilidad de los aluminatos es variable y hasta pueden hacerse insolubles cuando el disolvente adquiere cierto grado de alcalinidad, de ahí que el desprendimiento de la  $\text{Ca(OH)}_2$  pueda producir los efectos de no endurecimiento de las pastas; recientemente se han hecho estudios sobre la solubilidad de los aluminatos (2), que no es función precisamente de la alcalinidad total del medio, sino de su alcalinidad actual, o sea, de su exponente o potencial de hidrógeno, que se expresa simbólicamente por pH, conceptos ambos muy relacionados entre sí, pero de efectos diferentes; todo lo cual explica las anomalías y contradicciones que se observan muchas veces, al tratar de reducir a números la estabilidad química de los cementos, que se trata de medir valorando la  $\text{Ca(OH)}_2$  desprendida, y debiera ser por las alteraciones del pH del medio en que fragua

Sabemos por Química que la acidez de una disolución depende del número de hidrogenio-  
+  
nes (H) que contiene, así como su alcalinidad del

de los oxhidriliones (OH), y no de la cantidad total de ácido o base disuelta, puesto que no todas las moléculas se disocian; el porcentaje de las disociadas depende de múltiples circunstancias, entre ellas principalmente la energía del ácido o base, la concentración y la temperatura; pero siempre a

(1) LAFUMA: *Revista de Materiales de Construcción*, 1930.

(2) A. TRAVERS et SCHNOUTKA: *Ann. Chimie*, año 1930.

igualdad de volumen, se verifica para un ácido AH el que:

$$\frac{n(\bar{A}) \times n(\overset{+}{H})}{m(AH)} = \text{constante},$$

y para una base B(OH):

$$\frac{n(\bar{OH}) \times n(\overset{+}{B})}{m(B(OH))} = \text{constante};$$

en donde  $n$  representa el número de moléculas disociadas y  $m$  de las no disociadas; ahora bien: al efectuar determinaciones analíticas, empleamos disoluciones valoradas, de una base, en el primer caso, y de un ácido, en el segundo, que por medio de pipetas volumétricas se deja caer el líquido gota a gota, hasta que el cambio repentino de color del indicador acusa haber llegado a la neutralización; pero hay que tener en cuenta que cada gota de disolución valorada lleva consigo una cierta cantidad de  $\bar{OH}$  o de  $\overset{+}{H}$ , que neutralizan un número igual de  $\overset{+}{H}$  o de  $\bar{OH}$  del problema, lo cual altera los numeradores de las fracciones antes citadas, y como su valor ha de seguir manteniéndose constante, obliga a la disociación de otro número también igual de moléculas de AH o B(OH) que figuran en los denominadores, cuyos iones pasan a los numeradores, y el indicador no cambia de color hasta que este proceso llega a su fin, o sea hasta que se han disociado la totalidad de las moléculas y la cantidad de disolución valorada mide, por tanto, la acidez o basicidad totales y no las actuales.

El agua pura, neutra químicamente, está, no obstante, disociada iónicamente en  $\overset{+}{H}$  y  $\bar{OH}$  en una proporción pequeñísima, que a la temperatura de 21° viene a ser 18 gramos (un mol.) por  $10^7$  litros; por otra parte, un mol. de una sustancia cualquiera contiene  $6.2 \times 10^{23}$  moléculas (número de Avogadro), y, por tanto, esto sucederá en 18 gramos = 0,018 litros de agua; el peso de cada molécula será:

$$\frac{18}{6.2 \times 10^{23}} = \frac{18}{62} \times 10^{-22} \text{ gramos.}$$

En un litro de agua existe un total de moléculas de:

$$\frac{6.2 \times 10^{23}}{0,018} = \frac{62}{18} \times 10^{25}$$

de las cuales están disociadas:

$$n = \frac{62}{18} \times 10^{25} \times \frac{0,018}{10^7} = 62 \times 10^{15}$$

que producen igual número  $n$  de  $\overset{+}{H}$  y  $\bar{OH}$ , cuyos respectivos pesos serán 1/18 y 17/18 del de la molécula entera, resultando, por tanto:

$$n(\overset{+}{H}) = (62 \times 10^{15}) \times \left( \frac{18}{62} \times 10^{-22} \right) \times \frac{1}{18} = 10^{-7},$$

$$n(\bar{OH}) = (62 \times 10^{15}) \times \left( \frac{18}{62} \times 10^{-22} \right) \times \frac{17}{18} = 17 \times 10^{-7},$$

$$m(H_2O) = \left( \frac{62}{18} \times 10^{25} - 62 \times 10^{15} \right) \times \frac{18}{62} \times 10^{-22} = 10^2 - 18 \times 10^{-7},$$

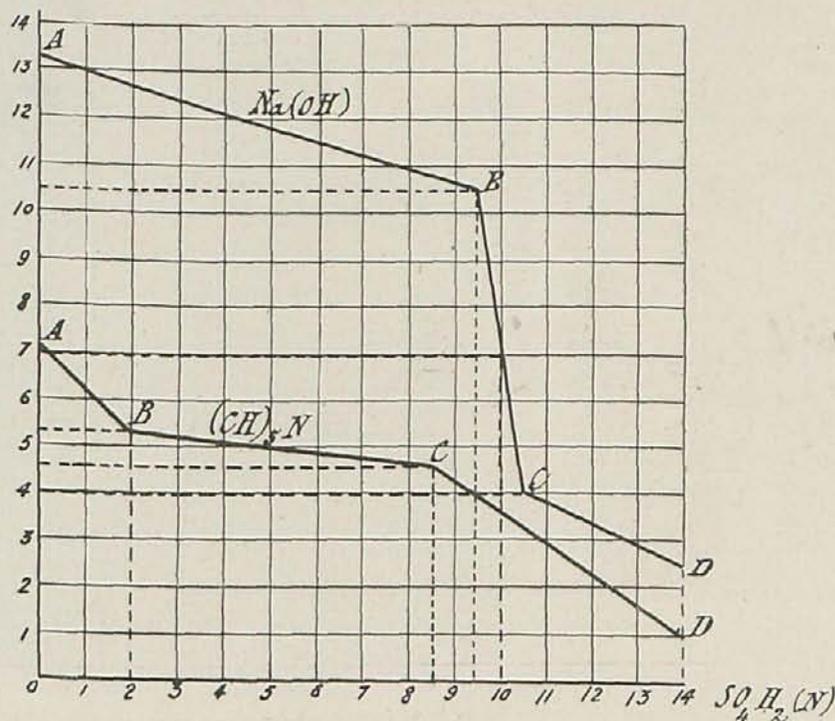
y la constante de disociación valdrá sensiblemente:

$$\frac{n(\overset{+}{H}) \times n(\bar{OH})}{m(H_2O)} = \frac{17 \times 10^{-14}}{10^2} = 17 \times 10^{-17}$$

Si al agua pura añadimos un ácido, aumentará el número de  $\overset{+}{H}$ , por agregarse los procedentes de la disociación de este ácido; pero como ha de mantenerse la constante iónica, disminuye el número de  $\bar{OH}$ ; por el contrario, cuando se agrega una base, aumentan los  $\bar{OH}$  y disminuyen los  $\overset{+}{H}$ .

En resumen: cualquiera que sea la función química de la disolución, contendrá siempre iones libres  $\overset{+}{H}$  y  $\bar{OH}$ , que en el caso de la neutralidad son iguales en número a  $62 \times 10^{-15}$ , por lo que, para la medición de la acidez o basicidad, basta referirse a uno de ellos, y se ha adoptado el  $\overset{+}{H}$ ; el líquido será ácido, cuando el número de  $\overset{+}{H}$  por litro sea mayor de  $62 \times 10^{-15}$ , y alcalino, cuando sea menor; tomando como índice el peso de estos iones y correspondiendo a la neutralidad el número  $10^{-7}$ , y para una disolución cualquiera dicho índice, será de la forma  $N = 10^{-n}$ , tendrá función ácida cuando  $n$  sea menor que 7, y básica en caso contrario; resulta, pues, que el índice práctico es el exponente de 10, por lo cual en la medición se adopta éste como uni-

PH



dad de referencia y se designa por pH, cuyo valor es:

$$pH = \frac{1}{\text{Log } N}$$

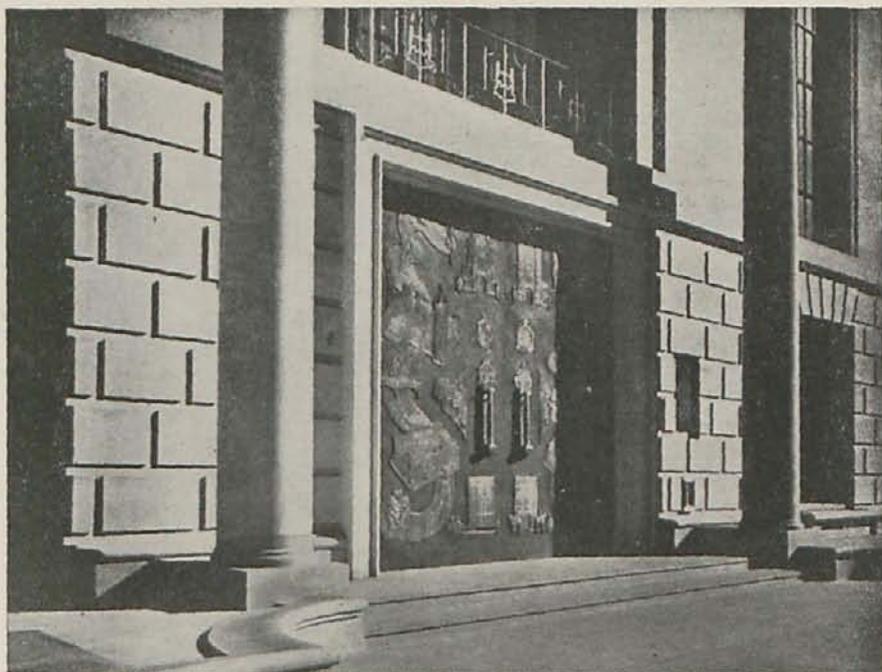
La insolubilidad de los aluminatos se alcanza para  $pH = 12$ , y si se llega a este número en un amasado de cemento en contacto con aguas selenitosas o saladas, puede sobrevenir la formación del sulfoaluminato sólido, con peligro de desintegración del material, contribuyendo a esto no solamente la  $Ca(OH)_2$ , sino también todas las sustancias contenidas en el cemento o en las aguas del amasado y en las del medio ambiente, que por sí solas o por los productos de reacción a que dan lugar, determinan elevaciones en el pH, entrando, además, en juego, acciones físicas, como es la temperatura; por el contrario, serán favorables a la estabilidad química todas aquellas que directa o indirectamente produzcan descensos en el pH.

Por estas razones, la única manera eficaz de medir los efectos de sustancias tales como la sílice, puzolanas, etc., que se agregan a los portlands, es la comparación de los procesos de variación de los pH antes y después de la adición, procesos que, como hemos dicho, no sólo no son proporcionales a la variación de alcalinidad o acidez, sino que su rela-

ción con estas funciones varían de unas sustancias a otras.

En el gráfico adjunto (1) están representadas las curvas de pH en función de los centímetros cúbicos de una disolución normal de  $SO_4H_2$  empleada en neutralizar 10 centímetros cúbicos de  $Na(OH)$  disueltos en 90 centímetros cúbicos de agua bidestilada y otra disolución normal de piridina =  $(CH)_5N$ , ejemplos que se citan como casos extremos de una base muy energética y una base muy débil, pero, en general, se presentan casos intermedios; en todos ellos existe un tramo de curva B-C, cuyo centro determina un punto de inflexión, diferente de unas sustancias a otras; pero cuyo tramo, a medida que aumenta la energía de la base, tiende a ser paralelo al eje de ordenadas, y el punto de inflexión a ocupar el lugar  $pH = 7$ , con lo que en los alrededores de este número pueden presentarse grandes diferencias de pH para pequeñas variaciones de la alcalinidad, circunstancia que hay que tener muy presente en el caso práctico que estudiamos, en el que, de ordinario, tanto valor se da al  $Ca(OH)_2$  y no se da ninguno al pH.

(1) P. SAZ (S. J.): *Análisis químico mineral*, tomo II.



Detalle de la entrada principal.

## El nuevo edificio de la R. I. B. A. en Londres

El 8 de noviembre último se ha inaugurado el nuevo y magnífico edificio de la Asociación de los Arquitectos ingleses: el Royal Institute of British Architects (R. I. B. A.).

Se trata de una obra muy cuidada, en la que los Arquitectos ingleses han puesto gran esmero y todo su interés en terminar.

Damos unas cuantas fotografías del edificio para que pueda formarse idea de su severa grandiosidad y del lujo de detalles y comodidades con que está concebido.

En el número de la *Architectural Review*, en que se describe esta obra, se da la lista de los Ingenieros, Arquitectos y demás técnicos que han contribuido a su ejecución. Sin necesidad de decir los

nombres, vamos a dar la lista y número de personas a que se refiere:

Un Arquitecto director, dos Ingenieros de estructuras, un técnico de alumbrado, un técnico de acústica, un Arquitecto, un técnico de ventilación y calefacción, cuatro escultores y ocho técnicos diferentes más; en total, 19, aparte del constructor general.

Ello revela el criterio diferente que se sigue en las obras en Inglaterra y en nuestro país. Aquí el Arquitecto, y a lo más el Arquitecto y el Ingeniero, construyen las obras más importantes con el asesoramiento único de las casas especialistas, sin contar con la preciosa ayuda de técnicos especialistas al frente directo de los trabajos que puedan vi-



Fachada principal del nuevo edificio del Royal Institute of British Architects, de Londres. La estructura es metálica y las fachadas de piedra de Portland.



Fachada lateral del edificio del R. I. B. A. Los cinco alto-relieves de esta fachada representan al arquitecto, al pintor, al escultor, al mecánico y al obrero.



Biblioteca con la sala de lectura al fondo. Los extremos redondeados de las librerías son radiadores y contienen igualmente los elementos de alumbrado indirecto.



Hall y escalera principal.

gilar y confrontar las soluciones que las casas interesadas propongan.

En Inglaterra, en cambio, en obras importantes se organiza un Comité directivo compuesto de personal técnico, en el que cada cual tiene a su cargo un número preciso de cuestiones, que se plantean y se resuelven de este modo con el máximo de garantías y dando a cada problema—aunque parezca secundario dentro del conjunto de la construcción—la importancia capital que verdaderamente tiene.

Si se observa el resultado obtenido en el edificio de que tratamos y cómo se han estudiado todas y cada una de sus instalaciones, se comprende lo beneficioso del sistema y la conveniencia de que en nuestro país se empleara un método semejante en las construcciones de alguna importancia.

Mesa presidencial del salón de consejos

(Fotografías de The Architectural Review.)



---

**En los números próximos de "HORMIGÓN y ACERO" publicaremos, entre otros, los siguientes artículos originales:**

*El porvenir del hormigón armado y del acero para la construcción de puentes de grandes luces*, por HENRY LOSSIER, Ingeniero Consultor, París.

*Las cargas admisibles y que se pueden alcanzar en las vigas de hormigón armado*, por el Dr. Ingeniero FRITZ EMPERGER, Viena.

*El valor del hormigón armado en la evolución de la edificación*, por WALTER GROPIUS, Arquitecto, Berlín.

*La retracción en el hormigón y en el hormigón armado*, por OTTO GRAF, Profesor de la Escuela Politécnica, Stuttgart.

*Sobre la casa obrera*, por ALBERT SARTORIS, Arquitecto, Zurich.

*Tensiones producidas en el hormigón y en el hormigón armado a consecuencia de las variaciones de volumen*, por F. CAMPUS, Profesor de la Universidad de Lieja.

*Ensayos de laboratorio sobre hormigones*, por el Dr. Ing. ROSS, Director del Laboratorio Federal de Ensayo de Materiales, Zurich.

Además daremos el texto íntegro de las conferencias que pronuncien en el Instituto Técnico de la Construcción y Edificación, cuyo programa se incluye en este número.

# EL EMPLEO DEL CEMENTO PARA LA CONSTRUCCION DE FIRMES DE CARRETERAS

(Continuación de los números de octubre, noviembre y diciembre de 1934 y enero de 1935.)

## MEMORIA AUSTRIACA

El empleo del hormigón de cemento en la construcción de carreteras en Viena se remonta a más de cincuenta años. El año último se han publicado los Reglamentos para la construcción y la conservación de las carreteras de hormigón, que tienen una gran importancia para el desarrollo y el incremento de este género de construcciones, y están redactados a base de los resultados de la experiencia en los últimos años.

### *Cimientos de hormigón.*

La experiencia adquirida en los trabajos realizados permiten apreciar las ventajas especiales del hormigón, comparado con las demás fundaciones. Este tipo de cimientos se ha empleado estos últimos años en Viena en todos los nuevos firmes en pequeños o grandes adoquinados, que no se utiliza más que en las calles de circulación pesada. El cimiento tiene un espesor de 20 centímetros, con 180 kilogramos de cemento por metro cúbico. Los resultados de la experiencia en Viena de los cimientos de hormigón es lo mejor que se pudiera desear.

En Viena, por ejemplo, mientras que antes se empleaba adoquinado de 18 centímetros de altura, al construir el cimiento de hormigón y hacer el llenado de juntas por medio de betún, se da a los pavimentos unas cualidades tales que la altura de los adoquinados se ha reducido a 13 centímetros y resultando una economía que excede del aumento de gasto que proviene del cimiento de hormigón y de las juntas de betún.

### *Firmes de hormigón.*

En Austria, hasta estos últimos años no se ha empleado este tipo de firme, ya que su técnica no se había perfeccionado suficientemente.

Por las prescripciones publicadas para las mejoras de las cualidades del hormigón, se ha logrado obtener la disminución del espesor de la capa de hormigón y, por consiguiente, una disminución del precio de la construcción.

Para el agregado se fija una dimensión máxima de 50 milímetros, y se emplea tanto la piedra rodada como la obtenida por machaqueo.

El hormigón de la superficie de rodadura puede construirse en una capa o en dos. La arena debe tener un tamaño máximo de 5 milímetros y la composición de los agregados se obtiene según las reglas modernas para alcanzar el máximo de compacidad del hormigón. La piedra debe tener, por lo menos, una resistencia de 1.800 kg./cm.<sup>2</sup> y un desgaste máximo del 12 por 100 en el molino trommel y un peso específico mínimo de 2,5. En Austria se emplea casi exclusivamente el basalto y el pórfido.

Para la capa inferior del firme la dosificación de cemento varía de 200 a 320 kg/m<sup>3</sup>; para la capa superior el cemento llega de 350 a 400 kg.

En algunas carreteras ha dado un resultado muy bueno el disponer el agregado de manera a excluir las dimensiones intermedias del árido. De este modo se llegó a obtener una mezcla muy perfecta, lo que se apreció por los buenos resultados conseguidos.

El hormigón requiere, como en las demás Memorias se hace notar, el mayor cuidado, tanto durante su ejecución como durante su puesta en obra. En Austria no se emplean, sin embargo, máquinas terminadoras; en algunos casos se obtiene el apisonado de la capa de rodadura por medio de choque, para lo cual se colocan sobre la superficie chapas a las que se aplica la acción de apisonadoras neumáticas.

### *Ejecución de las juntas.*

Para firmes de un ancho superior a 5 m se dispone una junta longitudinal en medio; las juntas transversales se colocan a distancia de 6 a 10 m; pero no cortan todo el ancho de la calzada en línea recta, sino que en las proximidades de la junta longitudinal se decala una con relación a la otra aproximadamente 40 cm.

De cada cuatro juntas, una de ellas se dispone como junta de dilatación, y en todas ellas las aristas de la placa de hormigón se redondean y se establece una ranura profunda de 2 a 3 cm de profundidad y un ancho de unos 6 mm, para recibir una materia en fusión.

El hormigonado se hace por paneles alternados; de este modo se pueden ejecutar las juntas según las prescripciones disponen, aunque el

método de trabajo es más costoso que el hormigonado de paneles sucesivos.

Las juntas de dilatación son ejecutadas como las demás, con un hueco de un ancho de 6 a 13 mm atravesando todo el ancho de la placa; la junta se llena de una materia elástica o de una masa en fusión.

Para todas las juntas el producto empleado (una buena composición es una emulsión asfáltica de ruptura rápida y arena) debe colocarse antes de dejar la carretera dispuesta para la circulación.

#### *Protección y conservación.*

Después de ejecutado, el hormigón debe protegerse contra una desecación demasiado rápida. Para esto se cubre el firme con unas cubiertas móviles, y durante siete días después se riega, o también se dispone encima de él una capa de arena mantenida constantemente húmeda. Si hiciera gran calor, este plazo de una semana debe aumentarse a dos.

No son necesarios procedimientos especiales para lograr que el hormigón no sea deslizante. Si se ha hecho un buen calibrado del agregado y si éste se compone de piedra dura, al circular por la carretera se desgasta la capa superficial del cemento y los elementos pétreos aparecen, produciendo mayor rugosidad.

Los ensayos se hacen sobre probetas de 70 cm de largo y  $12 \times 12$  de sección para cada tipo de hormigón y por cada 1.000 m<sup>2</sup> de superficie. Después de siete días, la resistencia a la flexión debe alcanzar como mínimo 26 kg/cm<sup>2</sup> para el hormigón superior del firme, y la mitad para el inferior. Este ensayo se realiza en el mismo tajo. El ensayo en laboratorio se hace a los veintiocho días, en tres probetas para cada tipo de hormigón por cada 6.000 m<sup>2</sup> de superficie construida. Estas probetas tienen la misma sección que la de los ensayos en el tajo, pero su longitud es de 58 cm. La resistencia a la flexión debe ser como mínimo de 40 kg/cm<sup>2</sup> para el hormigón de la capa superior, y de la mitad para la otra. La resistencia al aplastamiento debe alcanzar a 350 kg/cm<sup>2</sup> para la primera, y 140 kg/cm<sup>2</sup> para la segunda. Si se hace en laboratorio a los siete días, es necesario que los resultados sean los dos tercios de los resultados a los veintiocho días. En los ensayos de desgaste, no debe éste exceder de 25 cm<sup>3</sup> por 50 cm<sup>2</sup>. El máximo admisible de absorción de agua es el 8 por 100.

Basándose en los progresos realizados en la construcción de firmes de hormigón, se concluye

insistiendo en que si todas las prescripciones se han observado estrictamente, se justifica el empleo de este tipo de firme por su mayor duración, aunque los gastos de establecimiento sean superiores a otros revestimientos.

### **MEMORIA FINLANDESA**

En los trabajos de construcción de firmes de hormigón ejecutados en Finlandia entre 1930 y 1933, se ha dado gran importancia a lograr la disminución de la dosificación de hormigón, sin necesidad de reducir la resistencia, para reducir los gastos de establecimiento.

En los firmes de hormigón de dos capas con un espesor total de 15 cm y armaduras metálicas de 1,13 kg/cm<sup>2</sup> y construidos sobre carreteras antiguas, la dosificación media es de 215 kg/cm<sup>3</sup> para la capa inferior, y de 310 kg para la superior; sin embargo, debido a la dosificación de los áridos adecuada se obtienen a los veintiocho días las resistencias siguientes: capa inferior, 672 kg/cm<sup>2</sup> (63 probetas), y 510 kg/cm<sup>2</sup>, capa superior (67 probetas); esto en lo que se refiere a la resistencia a la compresión. Con referencia a la tracción, en la capa inferior se obtuvo 42 kg/cm<sup>2</sup>, y en la superior 61 kg/cm<sup>2</sup>. El peso específico del hormigón era de 2,35.

Estos resultados tan satisfactorios se obtenían del siguiente modo: estudiando cuidadosamente no sólo las dimensiones de la arena (menor de 7 mm), sino también la de todos los demás agregados; se admitía el empleo de piedra relativamente gruesa (hasta 65 mm para la capa inferior, y hasta 45 mm para la superior), de modo que, estudiando la graduación granulométrica cuidadosamente, la mezcla contuviera una cantidad de agregados relativamente más grande que de ordinario; la relación agua-cemento no pasó de 0,40. La compresión del hormigón se realizó por medio de elementos mecánicos, y para el terminado igualmente se hizo uso de elementos mecánicos.

En la carretera de 6 m de ancho en los alrededores de Helsinki, y según los procedimientos indicados, el desgaste anual ha sido inferior a 0,3 mm, y como media a 0,1 mm, siendo la circulación del orden de 3.800 toneladas por día, de las que 3.620 corresponde a automóviles, y 180 toneladas a vehículos de tracción animal.

No se han producido grietas sino en escasa cuantía y sin importancia, ni se ha observado desgaste alguno apreciable en la superficie del firme, que es suficientemente rugoso.

## CALEFACCION POR PANELES

Hace algunos años empezó a llevarse a la práctica la idea de emplear la radiación para calentar los locales, sustituyendo los focos aislados de calor por la radiación calorífica del techo, y, en algunos casos, de las paredes y suelo.

De todos es conocido el rápido y creciente éxito del empleo de la luz indirecta, que, suprimiendo los focos luminosos intensos y sustituyéndolos por una luz difusa, ha venido a resolver muchos problemas de iluminación. Pues una revolución análoga, si bien menor todavía, empieza a operarse en termotecnia con los problemas que afectan a la calefacción.

Fué en Inglaterra, cuyo clima invernal es tan brumoso y húmedo, donde surgió la idea del panel radiante, sistema de calefacción que consiste en sustituir los radiadores de agua caliente por serpentes colocados horizontalmente en el techo de las habitaciones, y a veces, en las paredes y suelo. Estos serpentes van empotrados, quedando a una profundidad de unos 2 centímetros, por cuyo motivo no pueden emplearse los tubos corrientemente usados en calefacción, y es preciso utilizar tubos especiales de acero estirado probados a 30 atmósferas (figs. 1, 2 y 3). Se consigue de este modo reemplazar el calor de convección del radiador por la radiación de una o varias superficies planas. Se comprende el gran número de ventajas que presenta este sistema, que son, en su mayor parte, opuestas a los inconvenientes que tiene la calefacción por radiadores.

Estéticamente, este sistema deja en libertad al Arquitecto para decorar los locales a su gusto, sin tener que preocuparse de ocultar o disimular los radiadores, o bien de buscar un motivo decorativo que armonice con ellos, lo que no siempre es posible conseguir.

La sensación de confort que se experimenta en una habitación calentada con paneles es muy superior a la que se tiene en un local con calefacción

corriente, sintiéndose un calor suave, comparable al producido por la radiación solar, y mucho más agradable, desde luego, que el calor sofocante que a veces se experimenta en locales calentados con radiador.

Sabido es que los radiadores, a pesar de su nombre, sólo transmiten por radiación una mínima parte de su energía térmica, ya que los rayos caloríficos emitidos por un elemento son absorbidos por los elementos de al lado, y la radiación queda reducida a los elementos que forman las caras exteriores del radiador.

En un radiador de tamaño corriente la relación de la superficie que produce radiación calorífica, prácticamente aprovechable a la superficie que interviene en la convección, es de uno a ocho. Si  $S$  es la superficie del radiador,  $T$  la temperatura absoluta del mismo y  $T_0$  la del aire en el local calentado, la cantidad de calor transmitida por convección en la unidad de tiempo es:

$$Q = KS (T - T_0)^{1,23},$$

siendo  $K$  un coeficiente que depende de la forma de la superficie y de su mayor o menor rugosidad.

La energía calorífica radiada en el mismo tiempo es

$$Q_1 = K_1 \frac{S}{8} (T^4 - T_0^4),$$

siendo  $K_1$  un coeficiente que es función de la naturaleza del cuerpo y de su color.

Por tanto, la relación de la energía transmitida por convección, a la que se transmite por radiación, es:

$$\lambda = \frac{Q}{Q_1} = \frac{8K(T - T_0)^{1,23}}{K_1(T^4 - T_0^4)},$$

Supongamos ahora que se sustituye el radiador ordinario por una pared plana vertical a la misma

temperatura. La superficie emisora, por radiación, será entonces igual a la que transmite por convección y la relación entre radiación y convección será:

$$\lambda' = \frac{KS(T - T_0)^{1,23}}{K_1S(T^4 - T_0^4)} = \frac{K(T - T_0)^{1,23}}{K_1(T^4 - T_0^4)} = \frac{\lambda}{8}$$

Es decir, que a igualdad de las demás condiciones, el calor radiado por una pared plana es ocho veces mayor que el radiado por un radiador ordinario.

Hay, además, la posibilidad de aumentar la energía radiada empleando temperaturas menores que las que se emplean en la calefacción por radia-



Fig. 1.

dores, pues siendo la energía radiada proporcional a la superficie de la fuente emisora, es posible recuperar en superficie lo que se pierde en temperatura.

En efecto; para obtener radiaciones equivalentes en dos focos emisores de energía, uno al rojo sombra (500° C) y otro a baja temperatura (50° C), basta, a igualdad de las demás condiciones, que sus superficies estén en la relación:

$$\frac{T_1^4 - T_0^4}{T_2^4 - T_0^4} = \frac{(273 + 500)^4 - (273 + 20)^4}{(273 + 50)^4 - (273 + 20)^4} = 100$$

aproximadamente.

Por tanto, un metro cuadrado de superficie a

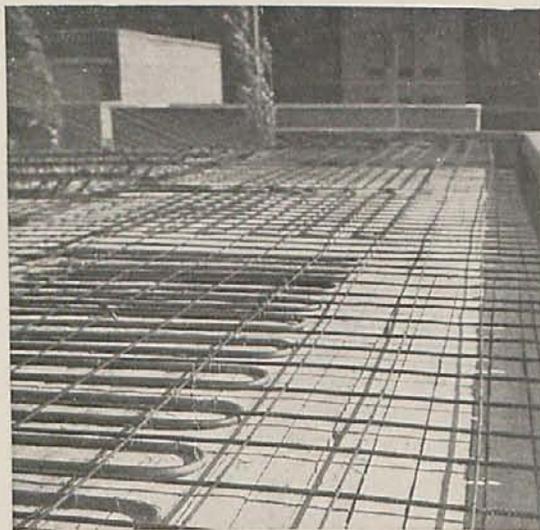


Fig. 2.

50° emite las mismas radiaciones caloríficas que un decímetro cuadrado a 500°.

Aun cuando a primera vista el hecho de ser proporcional la energía emitida a la cuarta potencia de la temperatura absoluta (ley de Stephan y Boltzman) parezca un argumento en contra de la aplicación de la radiación a baja temperatura, si se hace un examen más detenido, se ve que en los límites habituales de aplicación, como se trata de temperaturas bajas (40 a 80°), la emisión de rayos

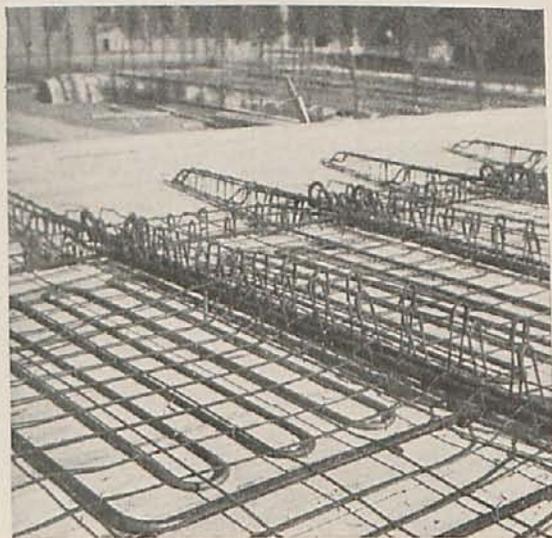
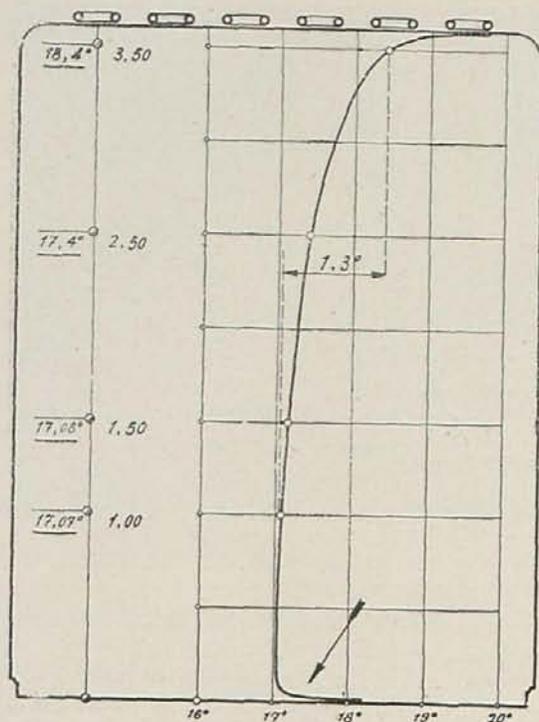


Fig. 3.



Variación de la temperatura en un local en distintas alturas con calefacción por paneles CRITTALL.

Resultado: Zona del suelo, caliente. Zona de altura media del local, temperatura normal.

caloríficos es, aproximadamente, proporcional a las variaciones de temperatura y se llega a la conclusión de que a temperaturas próximas a  $50^{\circ}\text{C}$  se satisface la doble condición, contradictoria en apariencia, de conservar un valor admisible para la relación  $\lambda$  y evitar todos los inconvenientes de temperaturas más elevadas.

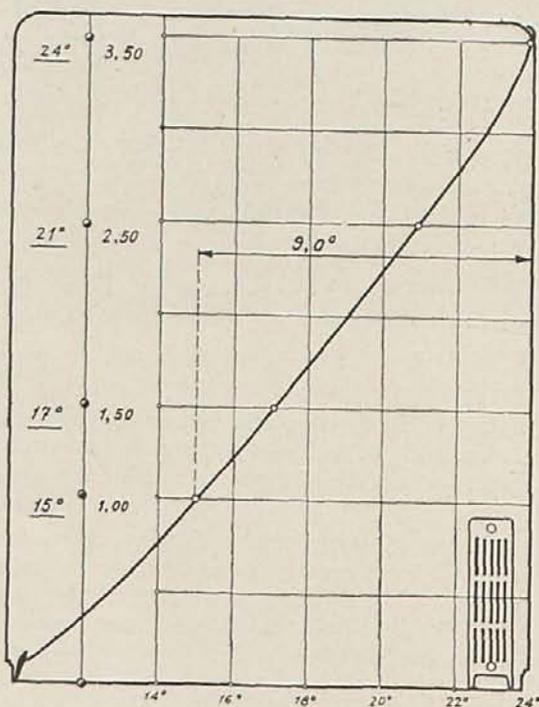
Todos los anteriores razonamientos se han hecho suponiendo verticales las paredes de los cuerpos emisores y colocadas además en condiciones análogas para permitir la radiación y la convección.

En el caso de paneles instalados en el techo, la convección se hace prácticamente nula y casi la totalidad de energía calorífica es transmitida por radiación.

Basta esta ligera exposición del sistema de calefacción por paneles radiantes para entrever algunas de sus ventajas. Por ejemplo, en un local calentado por radiadores hay una diferencia muy apreciable de temperatura entre las capas inferior

res de aire y las superiores, diferencia que aumenta, como es lógico, con la altura del local. Por el contrario, con el sistema de calefacción por radiación, la temperatura del aire a diferentes alturas es sensiblemente la misma. (Véanse gráficos comparativos.)

En un local calentado por radiadores el reparto de calor es muy desigual; en las proximidades de un radiador el calor es excesivo, y puede, sin embargo, haber sitios en la misma habitación en que se note frío, especialmente situándose en las proximidades de un muro exterior azotado por el viento. Con el sistema de paneles, el reparto de calor es absolutamente uniforme, y como además son los muros y el techo mismos los que irradian el calor, la sensación de confort es mayor, aun cuando la temperatura marcada por un termómetro sea inferior a la de una habitación con radiadores. Un local calentado con panel radiante a  $16^{\circ}\text{C}$  es más confortable que calentado a  $18^{\circ}\text{C}$  con radiador. Por otra parte, este sistema permite ventilar las habitaciones sin pérdida apreciable de calor, y aun,



Variación de la temperatura en un local en distintas alturas con calefacción por radiadores.

Resultado: Zona del suelo, frío. Zona de altura media del local, calor excesivo.

en días de calma, tener las ventanas abiertas, con las ventajas higiénicas que esto representa.

Se evitan, además, los depósitos de polvo desecado que siempre se forman en los radiadores, y la circulación del mismo con el aire, movido por la convección.

Estas ventajas de orden higiénico, si bien son interesantes para todas las instalaciones, lo son especialmente en las destinadas a hospitales, sanatorios y escuelas; por eso muchas de las importantes instalaciones realizadas con el sistema de paneles Crittall lo han sido en edificios de esa índole, algunas de la importancia del Birmingham Hospital Centre, con cinco millones de calorías hora.

En Francia e Inglaterra es ya muy grande el número de instalaciones de este nuevo sistema, sobre todo si se tiene en cuenta lo reciente de su empleo.

Entre las instalaciones más importantes realizadas hasta ahora se encuentran el "Bank of England", de Londres, con 12,5 millones de calorías hora; el edificio de la "Société Shell", en París, con 4,3 millones de calorías; las "Galerías Lafayette", con 2,5 millones. En Suecia, Finlandia y otros países nórdicos comienzan a realizarse las primeras instalaciones, y en España, también empiezan ahora a instalarse las primeras calefacciones de este sistema.

En el hospital provincial de Bakkum (Holanda) (figs. 4 y 5) se ha realizado con éxito una instalación de calefacción por paneles, con la innovación de utilizar los serpentines de circulación de agua caliente como armadura para el hormigón, dando así nuevas posibilidades al empleo de la calefacción por radiación, pues, como es lógico, esta aplicación disminuye considerablemente el coste

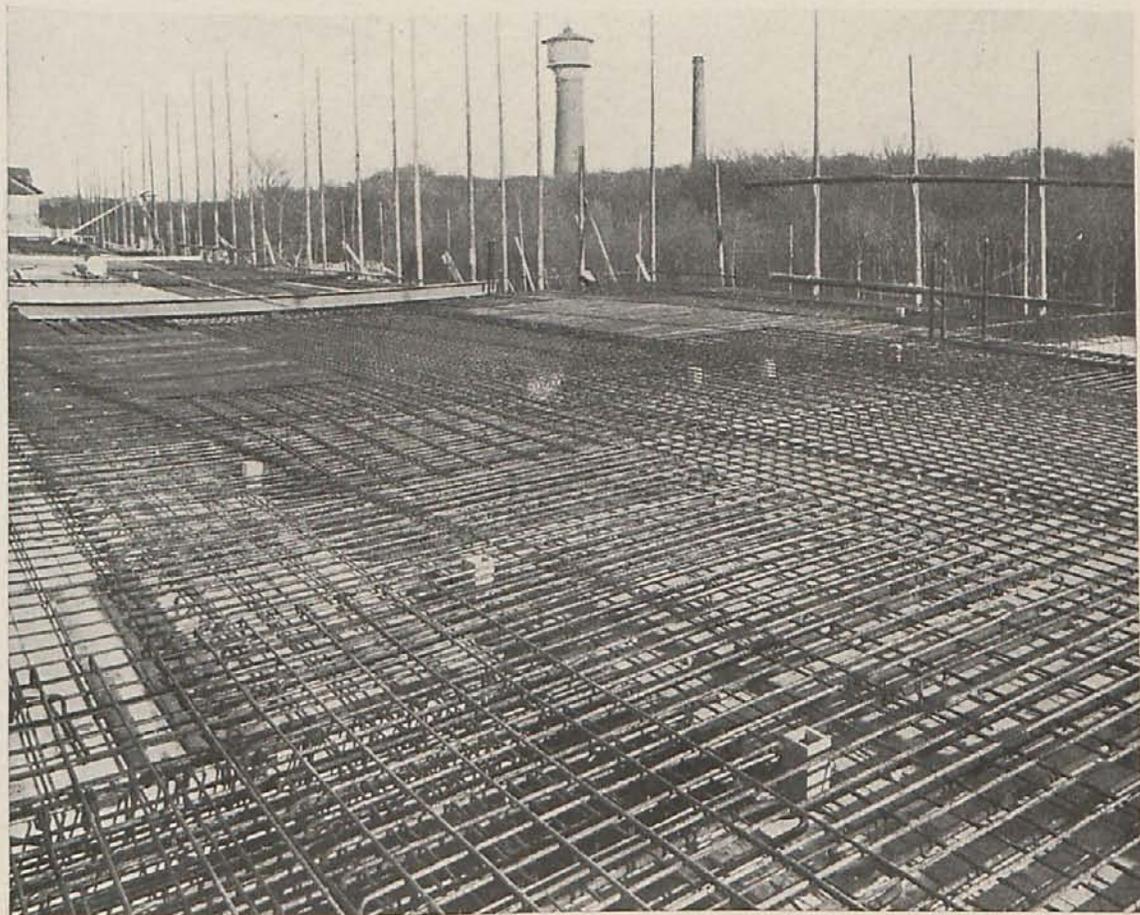


Fig. 4. — Hospital de Bakkum (Holanda)

de la instalación y nos hace prever para un futuro próximo unos edificios de hormigón en los cuales los hierros redondos macizos que actualmente constituyen la armadura del mismo, hayan sido sustituidos por tubos de circulación de agua caliente, que serán como un sistema circulatorio del edificio, llevando el calor a los más apartados extremos del mismo, con una considerable economía en el coste de la instalación y un reparto perfecto del calor.

Una instalación con radiadores no puede emplearse para refrigeración, pues por la poca superficie de las radiadores y forma de estar dispuesta, sería preciso hacer circular por ellos agua a temperatura muy baja para tener un descenso apreciable de temperatura en el local donde están instalados, lo cual, aparte de constituir un gasto eleva-

do, daría lugar a condensaciones que harían irrealizable esta idea.

Con paneles el caso es diferente, pues la superficie utilizable para la absorción de calor es mucho mayor, no siendo, por tanto, necesario que el agua que circula por los serpentines esté a temperatura muy baja, evitando así las condensaciones y haciendo más económica la obtención del agua fría. Por tanto, basta sustituir el sistema productor de calor por un generador de frigorías para transformar una instalación de calefacción por paneles en un sistema de refrigeración perfecto.

Los detractores del sistema de calefacción por radiación no han conseguido encontrar más que un inconveniente, en oposición a las múltiples ventajas que se acaban de enumerar. Este inconveniente no se refiere a dificultades de ejecución, pues hoy

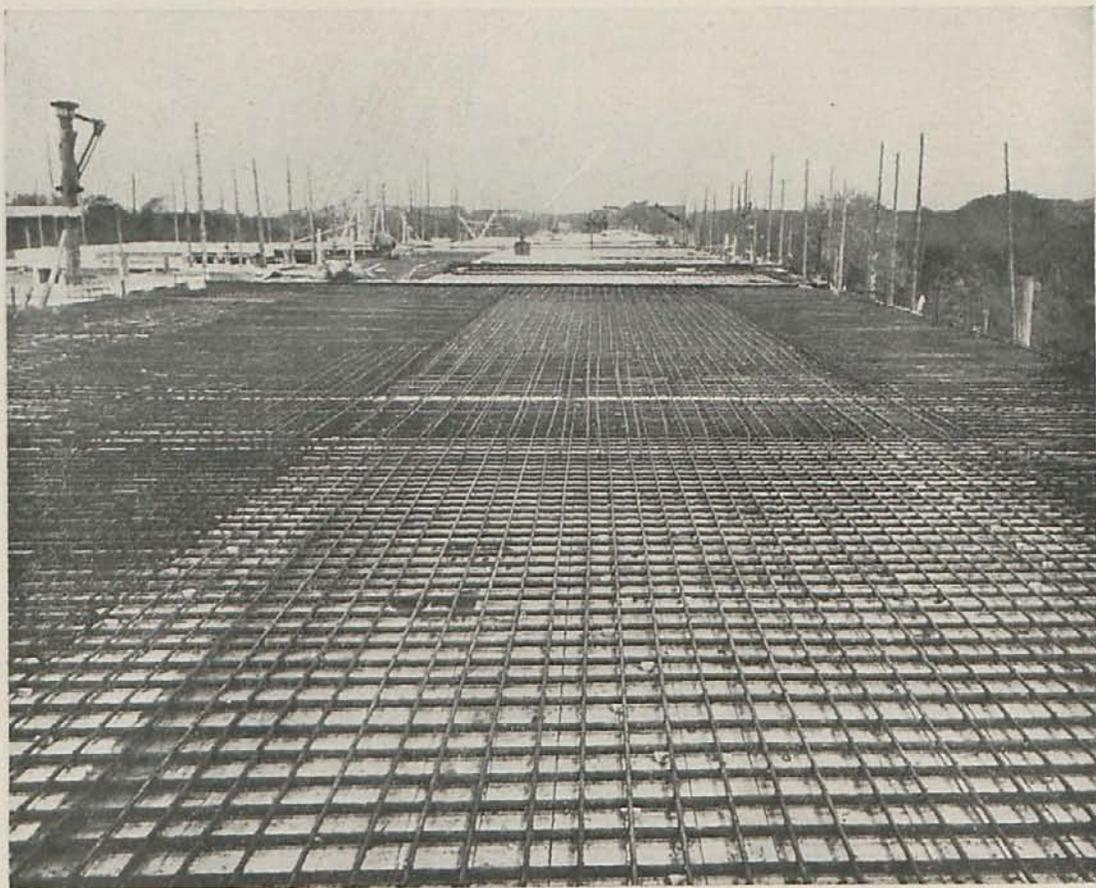
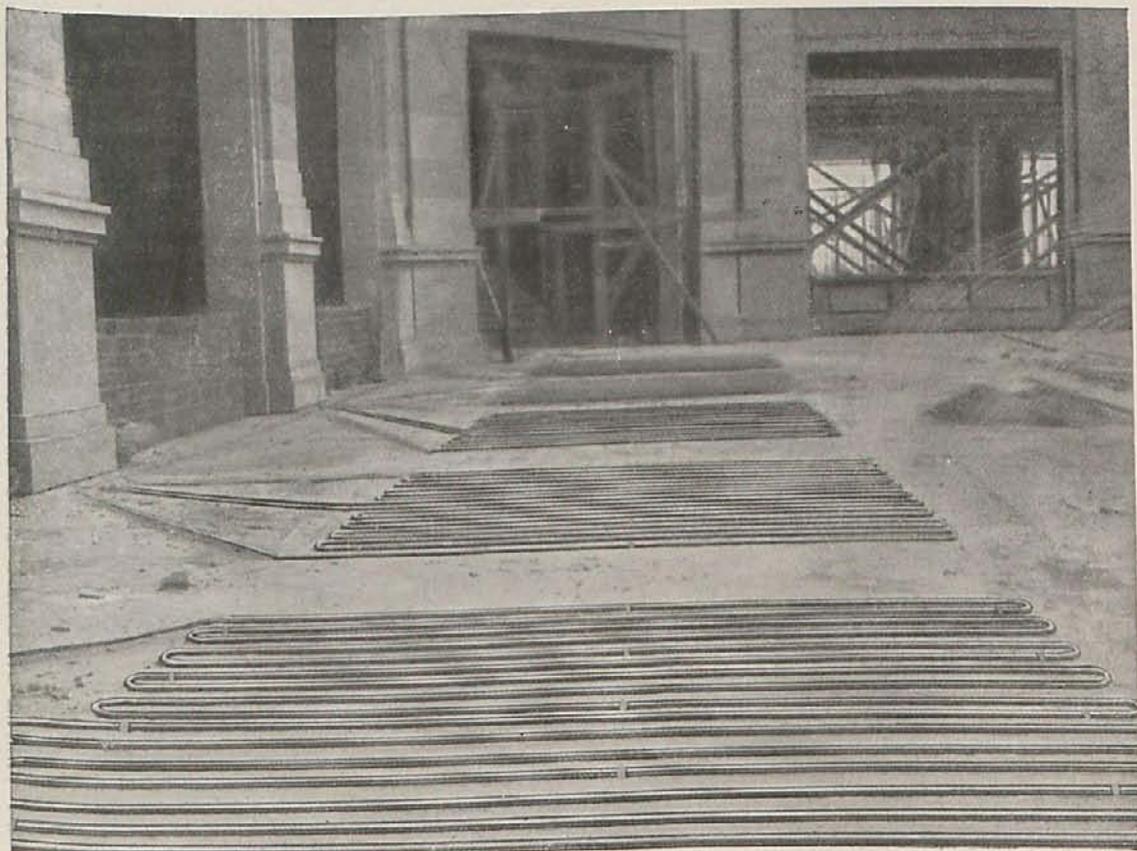


Fig. 5. — Hospital de Bakkum (Holanda). Detalle de montaje.

# 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.

En ejecución: Escuela Primaria. Serrano, 121 - Madrid

## Jacobo Schneider, S. A.

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

**Niceto Alcalá Zamora, 32**

**Tels. 11074 - 11075**

**MADRID**

día está ya lo bastante bien estudiado este sistema para realizar el montaje de una instalación de esta índole con las mismas facilidades que una instalación corriente con radiadores. El inconveniente de la calefacción por paneles y el motivo por el cual no es ya el único sistema de calefacción empleado es el coste de la instalación. Factor es este, ciertamente, que no debe despreciarse, y mucho menos en tiempo de crisis como los que atraviesa el mundo actualmente.

Pero si se analiza despacio la cuestión se ve que si bien el coste de instalación es más elevado con paneles que con radiadores, este gasto inicial superior está compensado y puede rápidamente amortizarse por los menores gastos de entretenimiento.

En los locales calentados con radiadores las renovaciones de aire necesarias para ventilación de los mismos producen pérdidas de calorías que con el sistema de radiación son mucho menores. Por otra parte, la temperatura del agua en las tuberías generales de distribución es muy inferior en la calefacción por paneles a la que se tiene cuando se emplean radiadores, siendo, por tanto, mucho menores las pérdidas de calorías en dicha distribución general, y esto, sobre todo si la instalación es grande, es un factor de importancia.

Por todo lo expuesto parece probable que el desarrollo de este sistema se realice rápidamente, como ya ha pasado en otros países.

## Un gran progreso en la técnica de la fabricación de lámparas de incandescencia.

En estos últimos años la lámpara de incandescencia ha progresado muy rápidamente. Desde las primeras lámparas de filamento por carbono, reemplazadas por las lámparas de filamento de tungsteno encendido en el vacío, vinieron en seguida las lámparas de filamento de tungsteno en atmósfera gaseosa y conocidas bajo el nombre de medio watio.

Ahora se puede anunciar una mejora importante en el campo de la fabricación de las lámparas de incandescencia con eficacia luminosa mucho mayor que la de medio watio. Sin abordar la teoría de la lámpara de incandescencia, recordaremos brevemente que la cantidad de energía realmente transformada en luz en una lámpara, depende de la temperatura a la que llegue el filamento. Esta temperatura no puede pasar más allá de un cierto límite, inferior a 3.000°, pues pasándolo puede volatilizarse el filamento. Para retrasar esta volatilización se ha introducido en la ampolla un gas inerte a presión, pero el inconveniente de este gas es que facilita la pérdida de energía de calorías, lo que disminuye el rendimiento de la lámpara.

Un filamento enrollado pierde menos calor que un filamento rectilíneo, y así el principio de la nueva lámpara reside precisamente en el doble enrollamiento del filamento, el cual permite aumentar notablemente la eficacia obtenida con las lámparas de medio watio, llegándose a obtener un aumento de energía luminosa del 20 por 100.

Otra particularidad de las nuevas lámparas proviene de las dimensiones más reducidas a igualdad de potencia absorbida. Para distinguirlas, se las fabrica con una boquilla níquelada, en la que se indica el número de lumens que produce el filamento y además la potencia eléctrica que absorbe la lámpara. Con estos datos se puede evaluar fácilmente su eficacia y controlar su valor periódicamente por medio de un fotómetro.

Por el menor espacio que ocupa, existe la posibilidad de equipar ciertos aparatos de alumbrado de pequeñas dimensiones con lámparas más potentes que de costumbre, lo que representa una gran ventaja, y se espera que este tipo de lámpara alcance rápidamente el éxito que merece.

## LOS EDIFICIOS PARA LA EXPOSICIÓN DE PARÍS DE 1937.

Durante los días 23 a 29 de diciembre último se ha celebrado en París la exposición de proyectos para la construcción de los Museos de Arte moderno que habrán de inaugurarse en la Exposición de París de 1937.

cias y de cine, diversas salas de reunión, almacenes, oficinas para la conservación y viviendas para el personal.

El Museo de París deberá proyectarse con el mismo espíritu y ocupar una superficie y un volumen equivalente a los del Museo del Estado. Deberán disponerse numerosas galerías y elementos móviles que permitan transformaciones en la distribución. Algunas salas de-

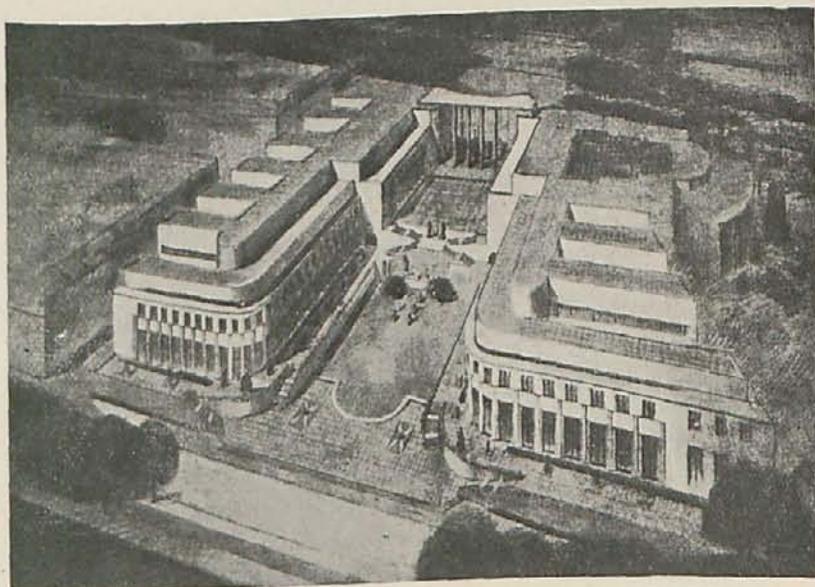


Fig. 1.

El número de proyectos presentados al concurso pasaba de la centena, y el Jurado ha entregado los cuatro premios a los siguientes concursantes:

- 1.º (Que lleva consigo la ejecución de la obra), a los Sres. Viarol, Dastugue, Dondel y Aubert.
- 2.º A M. Paul Bigot.
- 3.º A M. Abella; y
- 4.º A M. Jacques Carlu, Boileau y Azema.

Daremos unas breves indicaciones del programa impuesto en el concurso: El Museo del Estado deberá reemplazar al Museo de Luxemburgo, y comprenderá, además de las salas de exposición, una sala de conferen-

berán estar provistas de techos móviles, funcionando mecánicamente.

La calefacción por agua caliente deberá ser común a los dos Museos.

El presupuesto total, comprendiendo en él las plantaciones de jardines, no podrá exceder de 40 millones de francos para el conjunto.

En la figura 1 se indica el proyecto que ha obtenido el primer premio, y que se construirá después de algunas modificaciones pedidas por el Ayuntamiento de París.

En este proyecto, los autores se han preocupado

mucho de la cuestión urbanística, y es uno de los que conservan mayor espacio libre.

Los proyectos que han obtenido los demás premios tienen todos como precedente el punto común de una amplia perspectiva ascendente que separa los dos edificios principales, perpendicularmente a la Avenida de Tokio, edificios que presentan sobre la Avenida del Presidente Wilson una larga fachada compuesta de dos cuerpos enlazados por un pórtico.

tiva ascendente, y los partidarios de prescindir de esta perspectiva cubriendo el terreno disponible de un solo edificio en el que están comprendidos los dos museos. Una de sus características es la disposición escalonada de los cuerpos de edificación paralelos. En la parte urbanística es interesante hacer resaltar la ausencia total de escaleras; por medio de rampas se llega de un modo continuo de una parte a otra de las edificaciones.

Cuando se empiece la construcción de estas obras

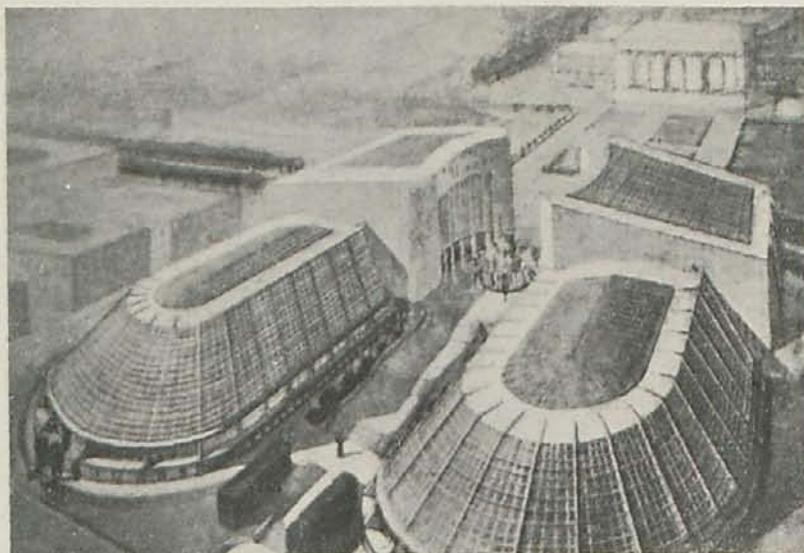


Fig. 2.

Uno de los proyectos más interesantes es el de monsieur Chevalier (fig. 2), autor del pabellón "Informaciones" de la Exposición Colonial 1931. Se trata de una obra de hormigón armado y cristal, y el conjunto es de una gran originalidad.

Como el número de proyectos ha sido extraordinario, ha habido soluciones completamente diferentes, pero en todos los premiados se observa el deseo del Jurado de que la obra comportara una amplia perspectiva con la mayor parte posible de espacios libres.

Los arquitectos Le Corbusier et Jeanneret también han concurrido al proyecto con una solución intermedia entre los proyectos premiados, con la gran perspec-

procuraremos dar más detalles de sus disposiciones y elementos constructivos.

#### LAS PRUEBAS DEL ACUEDUCTO DE TARDIENTA.

El día 26 de febrero se han realizado las pruebas del acueducto de Tardienta, del proyecto de cuya obra es autor el Ingeniero de Caminos D. Alfonso Peña Bauf. El resultado de dichas pruebas ha sido enteramente satisfactorio, y de su detalle daremos cuenta a nuestros lectores en el próximo número, a la vez que publicamos un interesante artículo del Sr. Peña, describiendo esta importante obra.

# SALVADOR AZÚA

○  
CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS

---

OBRAS PÚBLICAS Y PRIVADAS

○

San Sebastián

PRIM, 43

B 12.—ESTUDIO GRÁFICO DE UNA VIGA CONTINUA DE SECCIÓN CONSTANTE SOBRE APOYOS INCOMPRESIBLES SIMPLÉS O EMPOTRADOS.—M. Mériaux.—*Annales des Ponts et Chaussées*.—Septiembre-octubre 1934.—Páginas 278-297.

Determinación de momentos. Carga única. Ejemplos de aplicación (métodos gráficos).

B 12.—PÓRTICOS. (Continuará.)—W. Cherre.—*Le Constructeur de Ciment Armé*.—Núm. 183.—Diciembre 1934.—Págs. 273-274.

Continuación del mismo artículo de octubre 1933 a noviembre 1934.

B 14.—QUINCE AÑOS DE INVESTIGACIONES SOBRE TERRENOS.—Terzaghi.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 3-4.—18 enero 1935.—Págs. 25-31.

Importante trabajo, en el que trata los puntos siguientes: cohesión y rozamiento interior de las tierras; cualidades elásticas y compresibilidad; vibraciones sobre terreno; ensayos sobre terrenos y clasificación de los mismos; teoría del empuje de las tierras; estabilidad de taludes y terraplenes; teoría de la repartición de esfuerzos en terrenos con cargas concentradas; teoría de los asentamientos de obras sobre terreno arenoso; asiento de obras con capas de arcilla; asentamientos de cimentaciones sobre pilotes; cimientos de presas en terrenos de acarreo; construcción de carreteras. Da una extensa bibliografía.

B 14.—INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA DE TIERRAS.—J. Alicart.—*Revista de Obras Públicas*.—Núm. 2.—15 enero 1935.—Págs. 27-29.

Continuación del artículo del mismo título del número de 1 de noviembre de 1934.

B 16.—EL COMPORTAMIENTO DE PUENTES METÁLICOS DE FERROCARRIL BAJO CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS Y PROCEDIMIENTOS PARA MEDIR LAS DEFORMACIONES.—W. Rostek.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 3-4.—18 enero 1935.—Págs. 31-34.

Se resumen los fundamentos del estudio de los efectos dinámicos en los puentes. Ante todo, se trata de las causas de esfuerzos periódicos y sus consecuencias en puentes metálicos para ferrocarril. Se describen los procedimientos actuales de los ferrocarriles alemanes para la medición de las deformaciones y de las tensiones.

B 16-B 18.—EXPERIENCIA SOBRE LA ADHERENCIA DE FUERZAS ENSAMBLADAS POR UN PERNO Y SOMETIDAS A VIBRACIONES.—W. Chaplin.—*Annales des Ponts et Chaussées*.—Noviembre-diciembre 1934.—Págs. 450-470.

Explica la disposición de la experiencia destinada a examinar el efecto que sobre la adherencia de piezas produce un vibrador neumático. Influencia de la dirección y duración de los choques. Alargamiento del perno; rotación de la tuerca y de la barra.

B 16-B 18.—ESTUDIOS EN TÚNEL AERODINÁMICO PARA DETERMINAR LA DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES EN LOS EDIFICIOS.—W. Watters Pagon.—*Engineering News Record*.—27 diciembre 1934.—Págs. 814-819.

Reseña de varios ensayos y leyes de reparto de presiones obtenidas.

B 17.—FOTOELASTÍMETRO Y SUS APLICACIONES A LAS CONSTRUCCIONES CIVILES.—P. Frenkel.—*Travaux*.—Núm. 25.—Enero 1935.—Págs. 33-38.

Necesidad del cálculo experimental; fundamento del aparato; condiciones de empleo. Distribución de cargas y equilibrio de infinitamente pequeños, puntos angulares, haces o campos de fuerza.

B 17.—EXTENSÓMETRO REGISTRADOR PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS ESFUERZOS RESULTANTES DE LAS SOLICITACIONES DINÁMICAS.—*Ingeniería y Construcción*.—Núm. 143.—Noviembre 1934.—Págs. 669-670.

Descripción de un extensómetro Trüb Tauber de aplicación directa, y en el que se eliminan los efectos de vibración.

B 18.—PRUEBAS POR CARGA DIRECTA DE LAS PLANCHAS DE METAL O DE HORMIGÓN ARMADO.—J. Blevot.—*L'Entreprise Française*.—Núm. 47.—25 noviembre 1934.—Páginas 13-18.

Condiciones esenciales para que un ensayo sea satisfactorio. Disposición de las cargas de prueba. Momento de ejecución de los ensayos. Duración; sobrecargas.

C 2.—LA DESTRUCCIÓN DE LAS PIEDRAS NATURALES PARA EDIFICACIÓN. (Sigue y continuará.) *Revue Matér. Construct.*—Junio 1934.—Págs. 45-48.

Efectos de humedad y helada. Importancia de este efecto en algunos países.

C 12.—ESTUDIO ACERCA DE LA VISCOSIDAD Y PODER AGLUTINANTE DEL ALQUITRÁN PARA FIRMES DE CARRETERA.—H. Mallison.—*Die Strasse*.—Núm. 2.—Enero 1935.—Págs. 47-80.

Trabajo con bibliografía acerca de los medios de ensayo y diferenciación de las cualidades según la mezcla.

C 14.—ENSAYOS SOBRE POSTES DE MADERA.—E. Gaber.—*Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*.—Núm. 48. 1 diciembre 1934.—Págs. 1397-1399.

Los ensayos sobre materiales fibrosos no pueden hacerse en pequeñas probetas porque se obtienen resultados falsos. Se describen los ensayos hechos con postes de tamaño corriente y da los resultados en un gráfico.

C 16.—BREVE NOTICIA DE ALGUNAS APLICACIONES DE LAS ALEACIONES LIGERAS EN LOS ESTADOS UNIDOS.—R. A.—*Revue de l'Aluminium et de ses Applications*.—Núm. 66.—Diciembre 1934.—Págs. 2647-2652.

Entre otras aplicaciones del aluminio, notifica alguna de la construcción: edificios y puentes.

D 1.—PROGRESOS REALIZADOS EN EL CAMPO DEL CEMENTO ARMADO (1934).—*Le Constructeur de Ciment Armé*.—Núm. 184.—Enero 1935.—Págs. 1-20.

Comunicaciones de diferentes autores relativas a innovaciones en los cementos y en sus modos de ensayo; aglomerantes, y aceros. Trabajos notables ejecutados.

D 2.—CENTRALES DE FABRICACIÓN DE HORMIGONES.—E. Miranda.—*Revista de Obras Públicas*.—Núm. 2.—15 Enero 1935.—Págs. 35-36.

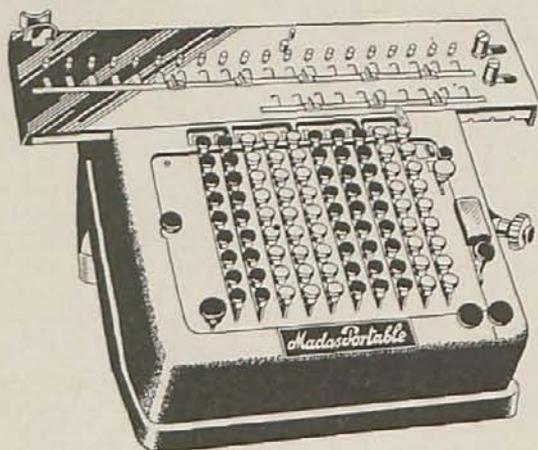
Noticia general de estas centrales en los Estados Unidos. Clasificación y datos diversos de esta nueva industria.

D 2.—TRANSPORTE DE CEMENTO CON BOMBA A UNA MILLA DE DISTANCIA.—*Engineering News Record*.—27 diciembre 1934.—Págs. 811-813.

Ligera descripción de la instalación de la presa Boulder y de su modo de funcionar.

D 2.—INSTALACIÓN DE HORMIGONADO PARA LA PRESA NORRIS.—*Engineering News Record*.—6 diciembre 1934. Páginas 726-729.

Descripción general y gráfica de esta importante instalación.



*Vea usted  
los nuevos modelos*

# MADAS

División y multiplicación automáticas y otros  
perfeccionamientos importantes.



REPRESENTANTE PARA MADRID Y  
EL OESTE DE ESPAÑA:

---

---

## GASPAR TRUMPY

ALCALÁ, 39 - MADRID - TELÉFONO 13827

D 2.—LOS PROCEDIMIENTOS MECÁNICOS DE MANIPULACIÓN DEL HORMIGÓN PARA FIRMES DE CARRETERA.—T. Rothe.—*Die Betonstrasse*.—Núm. 12.—Diciembre 1934.—Págs. 205-210.

Descripción de la maquinaria más moderna empleada en este tipo de trabajos. Da bibliografía.

D 4.—NUEVO TIPO DE ENCOFRADO PARA CANALES DE SECCIÓN CIRCULAR.—E. Marquardt.—*Beton und Eisen*.—Núm. 1.—5 enero 1935.—Págs. 9-12.

Para la construcción de las tuberías de abastecimiento de agua y desagües y protección de cables en las colonias de habitaciones alemanas, se vió la conveniencia de estudiar detenidamente los encofrados para llegar a una solución económica. Se describen dos procedimientos: el uno, por medio de una manga de caucho inflada por aire a presión, y el otro, rellena de agua comprimida. Se construyen trozos de tubería hasta de 150 m. de longitud. También se indica un procedimiento para revestir interiormente tuberías para conducción de cables.

D 6.—CÁLCULO DEL ENFRIAMIENTO DEL HORMIGÓN EN TIEMPO FRÍO.—B. Skramtajew.—*Beton und Eisen*.—Número 2.—20 enero 1935.—Págs. 30-31.

Interesante trabajo en el que se fijan las normas para el cálculo de la temperatura a que es necesario calentar las materias primas del hormigón para que el fraguado se verifique debidamente. Llega a la fórmula de que la cantidad de calor intrínseca del hormigón sea superior a las pérdidas durante el período de fraguado, para que no llegue a temperatura inferior a 0°. Da dos ejemplos numéricos, uno en el caso del hormigón en el aire, y otro en contacto con el suelo.

D 7.—REVESTIMIENTOS SUPERFICIALES. REPARTICIÓN POR PULVERIZACIONES BAJO PRESIÓN.—G. Decreusefond.—*Travaux*.—Núm. 25.—Enero 1935.—Págs. 56-57.

Estudio de la dispersión. Dispersión del pulverizador. Estudio práctico.

D 8.—NUEVAS INVESTIGACIONES SOBRE LA RETRACCIÓN DE LOS CEMENTOS.—E. Marcotte.—*Annales des Ponts et Chaussées*.—Noviembre-diciembre 1934.—Págs. 474-498.

Preparación de probetas; ejecución de medidas; influencia de la temperatura; inmersión y emersión; relación entre la retracción y la pérdida de peso; tensiones debidas a la retracción. Influencia de las materias extrañas.

D 8.—ENSAYOS SOBRE CONFECCIÓN DE HORMIGONES DE CONDICIONES FIJADAS PREVIAMENTE Y EN VIGAS CON ARMADURA DE COMPRESIÓN.—R. Saliger.—*Beton und Eisen*.—Núms. 1 y 2.—5 y 20 enero 1935.—Págs. 12-18 y 26-29.

Descripción de los ensayos sobre vigas con armadura de acero Isteg en la zona de compresión, y comparación con los resultados de otros autores y las Comisiones francesa y suiza.

D 8.—LA PERMEABILIDAD DEL HORMIGÓN.—M. Mary.—*Annales des Ponts et Chaussées*.—Noviembre-diciembre 1934.—Págs. 421-449.

Recuerda experiencias publicadas en el número de mayo-junio 1933, y manifiesta, con abundancia de gráficos y tablas, los resultados de nuevas experiencias.

D 8.—TRABAJOS EXPERIMENTALES SOBRE HORMIGONES EN CLIMAS DESÉRTICOS.—*Engineering News Record*.—24 enero 1935.—Págs. 118-120.

Interesantes experimentos hechos sobre diferentes sistemas de curado de hormigones, con vistas a la construcción del acueducto del Colorado.

D 8.—RESISTENCIAS Y CAMBIOS DE VOLUMEN DE LOS MORTEROS Y HORMIGONES CURADOS AL VAPOR.—C. A. Menzel.—*J. Am. Concrete Institute*.—Noviembre-diciembre 1934.—Págs. 125-148.

Gran serie de ensayos efectuados para determinar la influencia de la composición del hormigón y particularmente del contenido de finos silíceos en los aumentos de resistencia producidos por el curado al vapor. En general, un curado de ocho horas en vapor a 150° F. y a cualquier edad del hormigón, mejora grandemente sus condiciones.

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

E 3.—PILOTAJES CON CONSOLIDACIÓN POSTERIOR DEL TERRENO.—F. Lang.—*Beton und Eisen*.—Núm. 2.—20 enero 1935.—Pág. 25.

Propone un tipo de pilote con base de sección en forma de cruz, para obtener el aumento de superficie necesario para repartir mejor la carga. En su eje o lateralmente lleva los tubos para la inyección.

E 4.—HINCA DE CAJONES SIN FONDO A TRAVÉS DE DEPÓSITOS GLACIALES.—*Engineering News Record*.—3 enero 1935.—Págs. 1-5.

Las dificultades que presentaba el terreno obligaron a emplear tablestacados metálicos y excavar en el interior con rebajamiento de la capa freática, encontrando grandes dificultades para la hincas.

E 7.—EL EMPLEO DE LA LECHADA DE CEMENTO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS.—G. Schneiders.—*Beton und Eisen*.—Núm. 2.—20 enero 1935.—Págs. 21-25.

Empleo de la lechada de cemento, inyectándola a presión en bloques huecos de hormigón rellenos de piedra gruesa y ya colocados en el lugar de empleo. Procedimiento muy práctico y económico para la construcción de muros, escalones, vigas, etc. Se puede emplear el sistema debajo del agua o en terrenos acuíferos.

F 1.—CÁLCULO DE PUENTES. (Continuará).—G. Dunn.—*Concrete*.—Diciembre 1934.—Págs. 732-744.

Método de cálculo de pórticos para pasos inferiores con aplicación a casos concretos.

F 2.—EL PUENTE CARRETERA DE CAUGHNAWAGA SOBRE EL SAN LORENZO EN MONTREAL (CANADÁ).—J. Dupont.—Núm. 10.—Octubre 1934.—Págs. 613-620.

Rápida construcción en condiciones climatológicas rigurosas.

F 2.—MODIFICACIÓN DEL PUENTE SOBRE EL ENGENBACH, SOBRE LA LÍNEA FREIBURG-NEUSTADT, IHLENBURG.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 1-2.—4 enero 1935.—Págs. 18-20.

Al cambiar este ferrocarril de cremallera en ferrocarril de adherencia se precisó reforzar algunos puentes. Se describe uno de ellos, metálico, de dos tramos de 29,6 metros de luz, y se indica la marcha de las obras.

F 2.—CONSTRUCCIÓN METÁLICA DEL PUENTE DE DUNAFÖLDVÁR SOBRE EL DANUBIO.—J. Kossalka.—*Travaux*.—Núm. 25.—Enero 1935.—Págs. 23-29.

Puente metálico de 500 m. de largo. Descripción general y detalles de construcción. Montaje.

Instalaciones eléctricas de toda clase en viviendas y edificios públicos con materiales SIEMENS especiales de esmerada fabricación.



ALUMBRADO  
FUERZA  
BOMBAS PARA ELEVACIÓN DE AGUA Y RIEGO  
TELÉFONOS Y TIMBRES  
SEÑALES LUMINOSAS  
PARA RRAYOS

**SIEMENS, Industria eléctrica, S. A.**

Administración Central:

Barquillo, 38 - MADRID

BARCELONA, BILBAO, GIJÓN, GRANADA, MADRID,  
MURCIA, PALMA DE MALLORCA, SANTA CRUZ DE  
TENERIFE, SANTANDER, SEVILLA, VALLADOLID, VA-  
LENCIA, VIGO, ZARAGOZA

Fábrica y Talleres en CORNELLA

## Riegos Asfálticos, S. A.

### Emulsión asfáltica AZTECO

Para riegos y macadams  
asfálticos en frío.

### "AZTECO" B

Para hormigón asfáltico  
en frío.

### Asfaltos STANDARD

Para las mismas aplica-  
ciones en caliente.

FÁBRICAS EN BARCELONA, SEVILLA, VALLADOLID  
Y PASAJES

Casa Central:

MADRID - Plaza de las Cortes, 3 - Tel. 14266

Delegaciones:

BARCELONA: Vía Layetana, 28 - SEVILLA: San Isido-  
ro, 24 - VALLADOLID: Teresa Gil, 16 - PASAJES  
ANCHO (Guipúzcoa)

PUERTO PESQUERO  
DE HUELVA

CUBIERTA DE  
BOVEDAS-MEMBRANAS  
"ZEISS-DYWIDAG"



REPRESENTACION GENERAL PARA ESPAÑA:

**ENTRECANALES Y TÁVORA, S. A.**

Juan de Mena, 8

MADRID

Teléfono núm. 22292

F 3.—LA CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO PUENTE, DE HORMIGÓN ARMADO, SOBRE EL RÍO INN EN KRAIBURG.—K. Brass.—*Beton und Eisen*.—Núm. 1.—5 enero 1935. Págs. 1-5.

Puente de cinco claros comprendidos entre 26,30 y 29,30 m., con vigas cantilever de hormigón armado. Descripción de la cimbra y de la ejecución de la obra.

F 3.—LA CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE EN HAMBURGO. Horn.—*Beton und Eisen*.—Núm. 1.—5 enero 1935.—Págs. 6-9.

Sustitución de un puente antiguo de madera por otro constituido por dos tramos de 13,06 m. de luz, de hormigón armado. Detalles de la construcción.

F 5.—LAS OBRAS DEL NUEVO VIADUCTO DE MADRID.—*Administración y Progreso*.—Núm. 30.—Noviembre 1934. Págs. 564-566.

Obras preliminares. Cimentación y ligera noticia de la obra.

F 7.—PUENTE MÓVIL ANTIGUO DESPLAZADO POR UN CAMBIO DE ALINEACIÓN DE LA VÍA.—*Engineering News Record*.—20 diciembre 1934.—Págs. 785-788.

El tramo móvil del puente de Quincy sobre el Fore ha sido trasladado sin desmontar, montado sobre flotadores y utilizando la marea.

F 13.—SIMPLIFICACIÓN EN EL CÁLCULO DE DEPÓSITOS CILÍNDRICOS.—J. Lührs.—*Beton und Eisen*.—Núm. 23. 5 diciembre 1934.—Págs. 365-368.

Procedimiento simplificado para determinados casos prácticos de depósitos cilíndricos de fondo plano, descansando sobre terreno resistente.

F 15.—NAVES RECIENTEMENTE CONSTRUÍDAS PARA LA RED DEL MIDI.—R. Pascal.—*Travaux*.—Núm. 25.—Enero 1935.—Págs. 1-5.

Noticia descriptiva de varias naves: la de mercancías Burdeos-San Luis; mercancías de Pau; hanger de Verdon. Conclusiones: no conviene standardizar demasiado.

F 16.—¿DE LA TORRE DE BABEL A...?—E. Roux-Parrassac.—*Revue Mens. de la Chambre Syndicale des Entreprises de Maçon. Cim. et Beton Armé*.—Diciembre 1934. Págs. 937-953.

Historia de las torres del mundo, terminando en los proyectos fantásticos del "Faro del Mundo" y la "Torre de 2.000 metros".

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

G 2.—CONSTRUCCIONES DE FERROCARRILES PARA LA PRESA DE HOOVER.—Wernecke.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 3-4.—18 enero 1935.—Págs. 38-39.

Descripción de las líneas de ferrocarril construídas con motivo de la construcción de la presa Boulder-Hoover, los materiales transportados y los perfeccionamientos técnicos para su explotación.

G 2.—LA NUEVA NAVE DE LA ESTACIÓN DE REIMS.—G. le Marec.—Núm. 10.—Octubre 1934.—Págs. 603-612.

Descripción general y detalles de construcción.

G 1-H 1.—LA ACTIVIDAD DEL SERVICIO DE LOS TRABAJOS PÚBLICOS DE MARRUECOS.—A. Normandin.—*Annales des Ponts et Chaussées*.—Noviembre-diciembre 1934. Págs. 350-376.

Noticia relativa a carreteras, ferrocarriles, coordinación entre el ferrocarril y la carretera, puertos, minas.

H 4.—MÉTODOS Y COSTES DE CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES PARA CARRETERA SOBRE TERRENOS PANTANOSOS.—J. W. Cushing y O. I. Stokstad.—*Engineering News Record*.—24 enero 1935.—Págs. 126-128.

Reseña gráfica de los sistemas desarrollados en Michigan por el Highway Research Board.

H 8.—LOS MOJONES EN LAS CARRETERAS.—A. Liese.—*Die Strasse*.—Núm. 2.—Enero 1935.—Págs. 57-58.

Según los resultados de la carrera de los 2.000 kilómetros del año 1934 en Alemania, se obtuvieron consecuencias respecto a distancia, pintura e iluminación de los mojones que señalan el límite de la carretera. Su altura más conveniente es tal, que a una distancia de 50 a 75 metros del viajero en automóvil su altura aparente sea igual a la del bordillo.

J 1.—RESUMEN DE LAS COMUNICACIONES DEL 26 DE OCTUBRE ACERCA DE "LA CARRETERA", "LAS CARRETERAS DE LA REGIÓN DE PARÍS", "ALUMBRADO Y SEÑALIZACIÓN".—J. Bouloche, M. Fontaine, M. André.—*Procès Verbaux des Séances (Société des Ingénieurs Civils de France)*.—9 noviembre 1934.—Págs. 398-404.

La red francesa de carreteras nacionales. Investigaciones referentes a los aglomerantes hidrocarbonados. Congreso de 1934 y red de autopistas en Alemania. Iluminación. Señalización.

J 2-J 3.—PASADO Y FUTURO DE LOS PAVIMENTOS DE MACADAM-CEMENTO PARA CARRETERAS EN ALEMANIA. Streit.—*Die Betonstrasse*.—Enero 1935.—Págs. 9-15.

En algunos países se considera este tipo de firmes como inferior a los de hormigón. En Alemania se consideran equivalentes, a base de una confección adecuada. Da detalles del procedimiento, juntas, composición y condiciones del terreno.

J 3.—EL AUMENTO EN LA CONSTRUCCIÓN DE FIRMES DE HORMIGÓN EN HUNGRÍA.—A. Hazs.—*Die Strasse*.—Número 2.—Enero 1935.—Págs. 50-53.

Hungría, que es un país principalmente agrícola, sin fabricación nacional de automóviles, con abundancia de caballos, ha adoptado las carreteras de hormigón, por la menor resistencia a la tracción de estos firmes y, por tanto, por el aumento de la capacidad de arrastre.

J 3.—¿POR QUÉ Y CÓMO DEBEN EJECUTARSE LAS JUNTAS CON REDIENTES EN LOS FIRMES DE HORMIGÓN?—L. Casagrande.—*Die Strasse*.—Núm. 2.—Enero 1935.—Págs. 53-57.

El inconveniente más temible en las juntas es su nivelación, para lo que es necesario dotarlas de armaduras que repartan los esfuerzos en el dentado de la junta. Da las normas y disposiciones más apropiadas, según experiencias realizadas en los Estados Unidos.

J 4.—CUESTIONES DE CONSTRUCCIÓN DE FIRMES DE ASFALTO EN AUTOPISTAS.—T. Temme.—*Die Strasse*.—Número 2.—Enero 1935.—Págs. 42-46.

Descripción del medio de empleo de los firmes de asfalto en las autopistas.

# La nueva lámpara al sodio PHILIPS

(Alumbrado monocromático con lámparas PHILORA por descarga eléctrica en el seno del vapor de Sodio.)



Carretera de Vught (Holanda). PHILORA 100 W.

Su luz monocromática amarilla exalta los contrastes y aumenta extraordinariamente la agudeza visual.

Esta nueva lámpara tiene un rendimiento luminoso 3,5 veces mayor que la lámpara de filamento metálico, equivalente en consumo.

**3,5 veces más luz  
que la de filamento de igual potencia  
Y RECÍPROCAMENTE**

**1/3,5 del consumo de la de filamento  
a igualdad de luz emitida.**



Vía Certosa de Milano. PHILORA 100 W.



Lámpara PHILORA.

ALUMBRADO DE:

CARRETERAS - TÚNELES - TALLERES - MUELLES DE CARGA Y DESCARGA - ESTACIONES DE FERROCARRILES - TERRENOS INDUSTRIALES Y CANTERAS.

PEDID INFORMES A

**PHILIPS IBÉRICA, S. A. E.**

Paseo de las Delicias, 71

MADRID

(Departamento alumbrado)

---

**CUARTO GRUPO.—Obras hidráulicas y puertos.**


---

K 1.—LOS EMBALSES DE REGULACIÓN.—G. R. Clemens. *Proceeding American Society Civil Engineering.*—Mayo 1934.—Págs. 597-631.

Estudio sobre los puntos fundamentales de los embalses de regulación: combinación con el riego, suministros de agua y navegación. En todo problema de regulación ha lugar a estudiar si el pantano conviene.

K 1.—EMPLEO ECONÓMICO DE EMBALSES LATERALES DE RESERVA EN OBRAS DE RIEGO.—C. Arellano.—*Revista de Obras Públicas.*—Núm. 3.—1 febrero 1935.

Objeto de estos embalses. Embalses necesarios para regar una hectárea con la capacidad libre de otras. Hectáreas alimentadoras y alimentadas. Secciones del canal. Pantano de cabecera.

K 1.—LA OBRA HIDROELÉCTRICA DE LA DORDOGNE EN MARÈGE.—*Travaux.*—Núm. 25.—Enero 1935.—Páginas 7-15.

Descripción general de la obra y diversos detalles de ejecución.

K 1.—EL APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO SAN GABRIEL.—*Engineering News Record.*—24 enero 1935. Págs. 113-117.

Resumen de los trabajos desarrollados en la última década sobre este río en el Sur de California.

K 1.—EL APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO DE CIJARA. R. Catena.—*Ingeniería y Construcción.*—Núm. 146.—Febrero 1935.—Págs. 66-74.

Descripción y exposición de un plan. Historia y datos; regulación posible; zona regable; visión inicial y plan de obras, y estudios; desarrollo del plan.

K 6.—ALGUNAS GRANDES PRESAS FRANCESAS DE CONSTRUCCIÓN RECIENTE.—P. Sézary.—*Travaux.*—Número 25.—Enero 1935.—Págs. 16-22.

Continuación del artículo del mismo título del número de noviembre de 1934, págs. 477-487. Hoy se refiere a la presa Le Sautet sur le Drac.

K 6 - K 17.—ESTUDIO EN MODELO REDUCIDO DE LAS TENSIONES INTERNAS Y DEFORMACIONES.—J. L. Savage. *Engineering News Record.*—6 diciembre 1934.—Páginas 720-723.

Aplicación de los ensayos en modelo reducido al estudio de presas de gravedad.

K 7.—SOBRE EL CÁLCULO DE LA PRESA DE ANILLOS INDEPENDIENTES.—F. Susín.—*Ingeniería y Construcción.*—Núm. 146.—Febrero 1935.—Págs. 74-77.

Fundamento y ventajas de la bóveda de anillos. Describe las condiciones de deslizamiento y la posibilidad del completo isostatismo y resultado de economía.

K 13.—PROGRESOS EN LA INSTALACIÓN Y PROYECTOS DE TUBERÍAS A PRESIÓN.—F. Tölke.—*Der Bauingenieur.*—Núm. 1-2.—4 enero 1935.—Págs. 13-18.

Se exponen los dispositivos más convenientes para la instalación de tuberías, indicando la mejor ejecución de anclajes, con ejemplos de obras realizadas.

K 13.—EL EMPLEO DE CONDUCCIONES DE MADERA SE DESARROLLA RÁPIDAMENTE EN RUSIA.—A. Popkow.—*Engineering News Record.*—10 enero 1935.—Págs. 52-54.

Estas tuberías están formadas por duelas de madera con zunchos o hélices metálicas, en forma análoga a la de los toneles. Su empleo en Rusia data de 1927, y se llevan instalados ya más de 3.000 kilómetros.

K 16.—EL CANAL ALBERT DE BÉLGICA. LA TRINCHERA EN EL PUERTO DE EYGENBILSEN.—M. Vander Vin.—*Travaux.*—Núm. 24.—Diciembre 1934.—Págs. 509-522.

Importancia de la navegación fluvial en Bélgica. Objeto de la obra. Trazado y estudio geológico. Obras y datos numéricos.

K 16.—LOS TRABAJOS DEL CANAL ALBERT ENTRE WIJNEGHEM (AMBERES) Y HERENTHALES.—A. Bijls.—*La Technique des Travaux.*—Núm. 11.—Noviembre 1934. Páginas 677-686.

Trazado, perfil, obras diversas y medios de ejecución.

K 18.—PLAYA DE LYS-CHANTILLY.—F. Henry.—*L'Architecture.*—Núm. 1.—15 enero 1935.—Págs. 7-16.

Descripción de una playa fluvial, con varias fotografías.

L 1.—LA PREPARACIÓN DE AEROPUERTOS.—J. Biron, H. Touya.—*La Technique des Travaux.*—Núm. 12.—Diciembre 1934.—Págs. 755-765.

Estudia especialmente las pistas.

L 10.—PRESIÓN DE LAS OLAS SOBRE LOS DIQUES MARI-NOS Y ROMPEOLAS.—D. A. Molitor.—*Proceeding American Society Civil Engineering.*—Tomo 60.—Págs. 653 a 681.

Exposición del problema; fórmulas; propiedades dinámicas de las olas; estabilidad de obras marítimas. Un ejemplo.

L 10.—LA ESTABILIDAD DE LOS ELEMENTOS FLOTANTES DEL PUERTO.—G. Aertssen.—*Annales des Travaux Publics de Belgique.*—Diciembre 1934.—Págs. 835-876.

Generalidades. Estabilidad de estructuras de sollicitación simple; ídem de sollicitación compleja. Se trata de estudios analíticos de la estabilidad.

---

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


---

M 1.—VIEJOS MONUMENTOS DE VERSALLES.—A. Souvet.—*L'Architecture.*—Núm. 1.—15 enero 1935.—Páginas 17-30.

Juicio histórico, descripción y crítica de restauración de antiguos edificios.

M 2.—ANDAMIO TUBULAR METÁLICO PARA LA REPARACIÓN DEL MONUMENTO A WASHINGTON.—*Engineering News Record.*—20 diciembre 1934.—Págs. 779-781.

Descripción detallada de este andamiaje, de 180 m. de altura, que está formado por 35 millas de tubo, con un peso total de 600 toneladas de acero, y que se sujeta al monumento con planos de arriostamiento a varias alturas.



# S. CEMENTOS MOLINS A.



DESPACHO: Vía Layetana, 18  
TELÉFONO 10595  
TELEGRAMAS: «CEMOLINS»  
BARCELONA

Fabricantes exclusivos del cemento ALUMINOSO FUNDIDO «ELECTROLAND». Adquiere a las 24 horas resistencias superiores a los 28 días del cemento Portland. INDESCOMPONIBLE a la acción de las aguas sulfatadas, magnésicas y del mar. INSUSTITUIBLE para obras marítimas, alcantarillados y para las épocas muy frías.

REPRESENTANTE GENERAL:  
D. Gregorio Esteban de la Reguera  
Ingeniero  
Juan Bravo, 1 - MADRID

La revista mensual

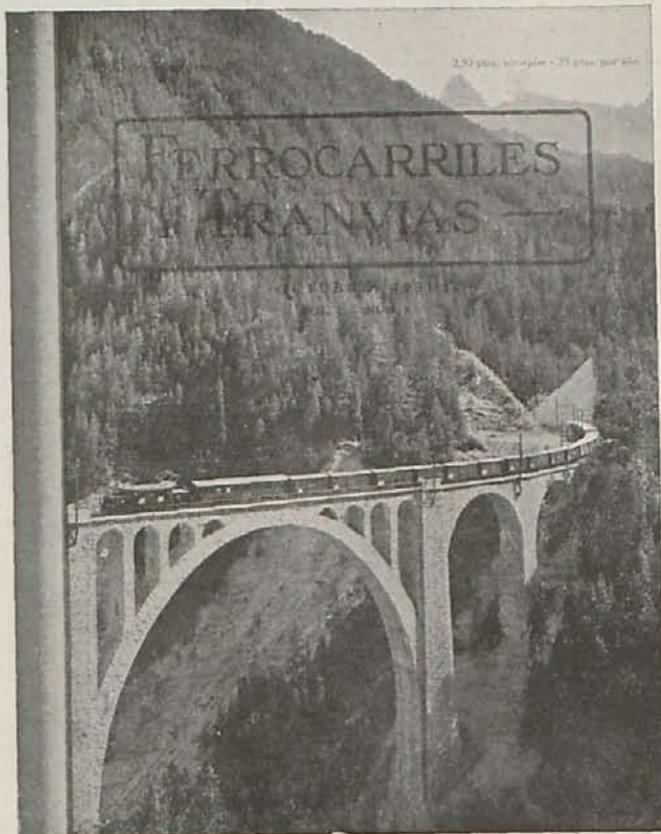
## Ferrocarriles y Tranvías

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 esta revista, pídanos un número de muestra, gratuito.



## Cemento Portland Artificial «IBERIA»

Fabricado en su factoría de CASTILLEJO (Toledo)

PRODUCCION ANUAL 60.000 TONELADAS  
CALCINACION EN HORNO GIRATORIOS -- ALTAS RESISTENCIAS



Oficinas en Madrid  
ALCALA, 33  
Teléfono 12926

Dirección Telefónica y telefónica **IBERLAND**  
Dirección Postal **Apartado 672**

Depósito en Madrid: **Cerro de la Plata** (entrada por Pacífico) - Teléfono 72945

M 3.—LAS DEFORMACIONES EN LA ESTRUCTURA INTERIOR DE HORMIGÓN.—P. Mariani.—*L'Entreprise Française*.—Núm. 45.—25 septiembre 1934.—Págs. 18-22.

Continuación del artículo 25 junio 1934; hoy trata: Consideraciones prácticas relativas a la retracción.

M 3.—EL HORMIGÓN ARMADO EN UNA INSTALACIÓN DE ELEVACIÓN HIDRÁULICA DE EGIPTO.—*Concrete*.—Diciembre 1934.—Págs. 749-758.

Gran casa de bombas en hormigón armado cimentada sobre pilotes del mismo material.

M 4.—CONSTRUCCIONES DE MADERA, EDIFICIOS, PUENTES Y TORRES PARA RADIO.—E. Traub.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 49-50.—7 diciembre 1934.—Págs. 485-491.

Reseña de los diferentes tipos de obras—auxiliares y definitivas—que se pueden ejecutar de madera: estudio de los ensambles y ensayos sobre ellos, y efectos del fuego sin llegar a la combustión completa sobre estos elementos.

M 7.—EL PALACIO DE JUSTICIA DE RABAT (MARRUECOS).—R. Pradeaux.—*La Technique des Travaux*.—Número 12.—Diciembre 1934.—Págs. 717-720.

Descripción. Fotografías varias.

M 7.—INSTITUTO DE ARTES Y OFICIOS DE LA VILLA DE BRUSELAS.—E. François.—*Annales des Travaux Publics de Belgique*.—Diciembre 1934.—Pág. 875.

Emplazamiento; descripción general y detallada: cimientos, tabiquería, escaleras, etc.; sótanos para tuberías; saneamiento; agua y gas; calefacción (sistemas varios).

M 8.—LA CASA DE CONVALECENCIA "MORAVA", EN TATRANSKA-LOMNICA (CHECOSLOVAQUIA).—R. L.—*La Technique des Travaux*.—Núm. 10.—Octubre 1934.—Págs. 579-584.

Situación; condiciones. Descripción de los diferentes edificios. Detalles técnicos.

M 9.—MATADERO DE PUERCOS EN LA VILLETTE.—B. Debatz.—*Revue mens de la Chambre syn. des Entr. de Maçon. Cím. Beton Armé*.—Septiembre 1934.—Págs. 720 a 723.

Descripción de una gran instalación.

M 10.—REFUGIO DE MONTAÑA EN BAVIERA.—*Monatsheft für Baukunts und Städtebau*.—Enero 1935.—Páginas 29-32.

Proyecto de una residencia deportiva de montaña.

M 13.—OBRAS DEL ARQUITECTO EMIL EGERMANN EN EL NORTE Y SUR DE ALEMANIA.—*Monatshefte für Baukunts und Städtebau*.—Enero 1935.—Págs. 1-20.

Descripción de diferentes tipos de casas según el ambiente.

N 5.—LOS PROCEDIMIENTOS MODERNOS DE TRANSPORTE POR TUBOS NEUMÁTICOS.—J. Thomas.—*Le Génie Civil*.—Núm. 2.—12 enero 1935.—Págs. 29-33.

Ligero estudio de diferentes clases de instalaciones modernas.

N 6.—TELÉFONO PORTERO.—O. Arntyr.—*Ericsson Review*.—Núm. 4.—1934.—Págs. 182-183.

Instalación de portería sin microteléfono de portería (medida de higiene), con un altavoz y micrófono sensible; combinación con apertura de cerrojo a distancia, y otras combinaciones de señales.

N 6.—APARATOS PARA CALENTAR AGUA.—A. Koam.—*Ericsson Review*.—Núm. 4.—1934.—Págs. 184-185.

Calentadores con depósito de gran aislamiento y regulación termostática.

N 8.—INSTALACIÓN DE ALARMA CONTRA INCENDIOS Y PARA LA POLICÍA EN COLOMBIA.—S. Nilsson.—*Ericsson Review*.—Núm. 4.—1934.—Págs. 170-171 y 183.

Noticia descriptiva de modernas instalaciones.

N 8.—ALARMA AUTOMÁTICA CONTRA INCENDIOS.—A. Parschin.—*Ericsson Review*.—Núm. 4.—1934.—Páginas 155-161.

Noticia descriptiva de un sistema de bucles cerrados con corriente permanente. Cuadros señaladores de avería y de alarma.

N 9.—LOS JARDINES DE JACQUES DE WAILLY.—E. de Ganay.—*L'Architecture*.—Núm. 1.—15 enero 1935.—Págs. 29-36.

Estudio de la evolución del modo de concebir los jardines.

P 8.—LA CIRCULACIÓN URBANA EN LA CONSTRUCCIÓN DE CIUDADES.—*Monatshefte für Baukunts und Städtebau*.—Enero 1935.—Págs. 1-2.

Se refiere a la relación entre el desarrollo de una población y su circulación interior, que no están, en general, de acuerdo. Parte del ejemplo de Berlín y Hamburgo.

P 8.—LA REGLAMENTACIÓN DEL TRÁFICO EN LAS CARRETERAS ALEMANAS.—*Die Betonstrasse*.—Enero 1935.—Págs. 18-19.

Comunicación de la Sociedad de Estudios para construcción de autopistas acerca de las nuevas normas sobre el código de circulación de vehículos de motor mecánico.

P 8.—PROBLEMAS DE URBANIZACIÓN Y DE REFORMA DE LA CIUDAD DE ESTOCOLMO.—S. Vinberg.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 1-2.—4 enero 1935.—Págs. 1 a 9; y número 3-4.—18 enero 1935.—Págs. 36 y 37.

El centro de Estocolmo está situado sobre varias islas, y el problema del tráfico es, tanto urbano como de ferrocarril, que es muy intenso, unido al del puerto. Este aumenta constantemente, a pesar de la crisis, debido a que está habilitado para barcos de gran calado. Describe una modificación de la esclusa que une el mar con el lago Mälaren, los puentes y una nueva línea de metropolitano inaugurada hace dos años.

## SEXTO GRUPO.—Herramental y medios auxiliares.

Q 1.—QUINCE AÑOS DE EMPLEO DE MAQUINARIA EN CONSTRUCCIÓN.—H. Schmidt.—*Der Bauingenieur*.—Número 1-2.—4 enero 1935.—Págs. 10-13.

Resumen de los progresos realizados en la sustitución de la mano de obra por máquinas.

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

S 3.—SECUNDANDO UNA CAMPAÑA.—J. Conesa.—*El Eco Patronal*.—1 enero 1935.—Pág. 1.

Se refiere a la petición de una Federación Patronal de exención de tributación de las obras de nueva planta como remedio contra el paro obrero.



# 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 151

MADRID

SUSCRIPCIÓN ANUAL

España, Portugal y América: 30 pesetas.

Restantes países: 40 pesetas.

**Número suelto: tres pesetas**

## BIBLIOGRAFIA MENSUAL DE LA CONSTRUCCION

## LIBROS

D 1.—GRUNDLAGEN DES BETON- UND EISENBETONBAUES (CUESTIONES FUNDAMENTALES EN LAS CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN Y HORMIGÓN ARMADO), por el Dr. Ing. E. Probst.—Un tomo de 345 páginas.—Editor, Julius Springer, Berlín, 1935.—Precio: encuadernado, 22,50 RM.

En esta obra del Dr. Probst se tratan desde un punto de vista moderno las cuestiones referentes tanto a conocimiento del hormigón y elementos constitutivos, como las de su cálculo, ensayos e investigaciones en las obras de hormigón. Utiliza el autor los resultados de las investigaciones para simplificar el cálculo teórico y, por tanto, el proyecto de obras. Trata de las posibilidades de alterar los medios de cálculo actuales, que pueden simplificarse teniendo en cuenta alguna de las propiedades del hormigón, como es, por ejemplo, la plasticidad. Da los resultados de los trabajos de su propio Instituto, y en la lista bibliográfica sólo cita los trabajos antiguos que no han sido modificados por estudios posteriores. En la primera parte trata detalladamente de las condiciones y ensayo de los materiales; en la segunda expone cómo se realiza el trabajo conjunto del hormigón y del acero y las propiedades (permeabilidad, resistencia al fuego, a los efectos químicos) del hormigón; el cálculo ocupa la tercera parte, dando numerosos ejemplos numéricos de las diferentes solicitaciones, y en la última trata, aportando también casos prácticos, de las meditaciones a distancia en las obras de hormigón. La obra está muy bien presentada y pone al día las cuestiones de que trata.

D 8.—DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR EISENBETON (COMISIÓN ALEMANA DEL HORMIGÓN ARMADO).—Cuaderno núm. 78.—Ensayos sobre la elasticidad, la plasticidad y la retracción del hormigón.—Ensayos realizados en el laboratorio de la Escuela Politécnica de Dresde durante los años 1932 a 1933.—Ponencia de W. Gehler y H. Amos. Ernst & Sohn.—3,30 R. M.

Los ensayos de Freyssinet y los del American Concrete Institute demuestran que el hormigón bajo cargas mantenidas continúa deformándose con el tiempo. La Comisión Alemana, continuando los ensayos de Freyssinet, procuró eliminar las causas deformadoras, como variaciones de temperatura y de humedad de la atmósfera. Las conclusiones pueden resumirse diciendo que bajo la influencia de una sollicitación continua se producen grandes deformaciones plásticas, que pueden llegar hasta ocho veces la deformación obtenida inmediatamente de la puesta en carga. Las deformaciones plásticas se terminan después de cinco meses; al cabo de un año no se han medido nuevas deformaciones. Después de una nueva carga, seguida de una descarga, las vigas se manifiestan perfectamente elásticas; se mide, sin embargo, y las vigas que se cargaron más aparecen más deformables en una proporción del 25 por 100.

E 1.—DER GRUNDBAU.—L. Brennecke.—Ernst & Sohn.

Cuarta edición del tercer tomo de esta obra, que trata extensamente de las varias teorías que se han propuesto para el estudio de cimientos, con aplicación a zapatas continuas y aisladas; colocación de hormigón bajo el agua; construcción de bloques para diques; cimentaciones para pozos y cajones; congelación y solidificación de terrenos por inyecciones químicas, e influencias de los movimientos sísmicos.

P 10.—BAUTECHNISCHER LUFTSCHUTZ (Técnica de las construcciones para protección de ataques aéreos).—Bauwelt.—Berlín.—240 páginas, 150 figuras.—7,80 marcos.

En los ocho capítulos de esta obra se estudian los tipos de bombas actuales y los adelantos guerreros del momento actual, los diferentes medios de defensa para ataques aéreos y las características de los locales de protección, tanto en el campo como en las ciudades. Por último, se describe el tipo de ciudad segura para estos tipos de ataques, y las relaciones de la arquitectura con estas modernas necesidades.

Q 9.—TRAVAIL MÉCANIQUE DES TÔLES.—*Emboutissage, recuit, étamerie, émaillerie, décoration*.—J. Napée.—Un volumen encuadernado (16×25), de 415 páginas y 442 figuras.—100 francos (con franqueo, 106,75).—Editor, Ch. Béranger, 15, rue Saints Pères, París, 1935.

No es corriente que los prácticos especializados se decidan a publicar un tratado completo acerca de su especialidad. Por tanto, en general, las obras de tecnología están escritas por profesores o escritores de profesión, después de haberse dedicado a recoger todos cuantos datos útiles consiguen de otros libros y de los prácticos especialistas. Naturalmente que estas obras, aunque muy útiles para recopilar datos y ser empleadas para la enseñanza, no es lo que necesita el que ha de resolver inmediatamente problemas concretos y desea evitarse tanteos y dificultades en su oficio. La obra de M. Napée que ahora comentamos es precisamente de este tipo, y en ella expone su autor la experiencia de sus reflexiones y larga práctica en el taller. Trata en este libro, desde las indicaciones fundamentales para el conocimiento de las chapas, todo lo necesario a sus diferentes operaciones (embutido, plegado, etc.), exponiendo detalladamente cómo debe organizarse un taller, desde la llegada de las materias primas, hasta su expedición y empaquetado. Es una obra muy útil desde el punto de vista práctico.

## REVISTAS

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

B 3-B 5.—CÁLCULO DE SECCIONES DE HORMIGÓN ARMADO A FLEXIÓN COMPUESTA.—J. Lübrs.—*Beton und Eisen*.—Núm. 4.—20 febrero 1935.—Págs. 66-67.

Procedimiento sencillo para determinar la sección rectangular para una carga dada.

La clasificación de referencias para la ordenación y archivo de las fichas que publicamos en esta sección apareció en los números de mayo y diciembre de 1934.

# SALVADOR AZÚA

○

CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS

---

OBRAS PÚBLICAS Y PRIVADAS

○

San Sebastián

PRIM. 43