

UNA OPERACION QUIRURGICA A UN EDIFICIO DE MADRID

Por ENRIQUE CEBRIÁN, Ingeniero de Caminos.

Se describen en el presente artículo los ingeniosos procedimientos empleados para llevar a cabo una sustitución de estructura en el edificio de la Central del Banco Español de Crédito, sin interrumpir sus servicios. El autor, Ingeniero encargado de esta parte de la obra, los explica detalladamente, auxiliado de muy claras figuras y fotografías.

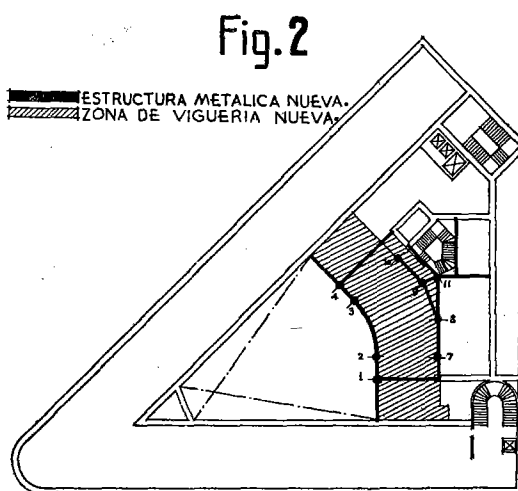
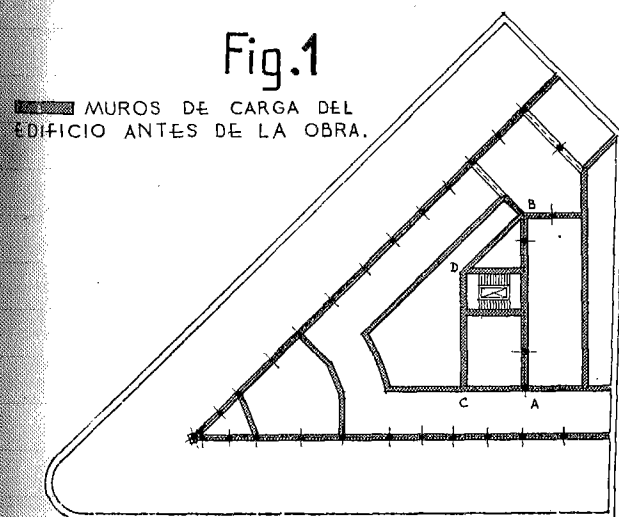
Se refiere el título que antecede a la obra de reforma del edificio de la Central del Banco Español de Crédito, en Madrid, en la esquina de las calles de Alcalá y Sevilla, actualmente en curso de ejecución.

Voy, en este artículo, a tratar de dar una idea de esta obra y de algunos de los interesantes problemas que el cambio de estructura llevado a cabo en ella ha planteado, y así justificará su título, ya que se trata, nada menos, que de cambiar de esqueleto a un organismo vivo.

Pero, además, el nuevo esqueleto no había de tener en su totalidad la misma configuración aproximada del antiguo, suprimiendo alguna parte y reforzando otras, sino que había de ser, en parte, completamente distinto del anterior, porque la razón de ejecutar esta obra ha sido la de obtener en los pisos bajos determinados espacios libres y una distribución de soportes que permitiera cierto desarrollo de planta.

El edificio, al encargarse "Agromán" de la ejecución de las obras, constaba de seis plantas y un só-

tano, y su estructura resistente, además de los muros de fachada, consistía en muros de carga, dispues-



tos en dos crujiás paralelas a estas fachadas y a la medianería posterior.

De estos muros, la primera traviesa de las calles de Alcalá y Sevilla, en las dos plantas más bajas, estaba constituida por carreras armadas en forma de cajón, apoyadas en columnas de fundición. En la figura 1.^a se representa la planta del edificio, y en ella están indicados únicamente los muros de carga y la situación de las columnas correspondientes a las dos plantas inferiores, así como, de trazos, las carreras existentes en estas dos plantas.

Para la utilización por el Banco, como patio de público, de toda la planta baja, se hacía necesaria una diafanidad completa en ella, y así fué proyectada por los Arquitectos, aunque variando el ritmo de las luces entre los nuevos soportes con relación al de las columnas de fundición existentes. Casi totalmente diáfana queda también la planta entresuelo, y en las demás se sustituye totalmente la primera tra-

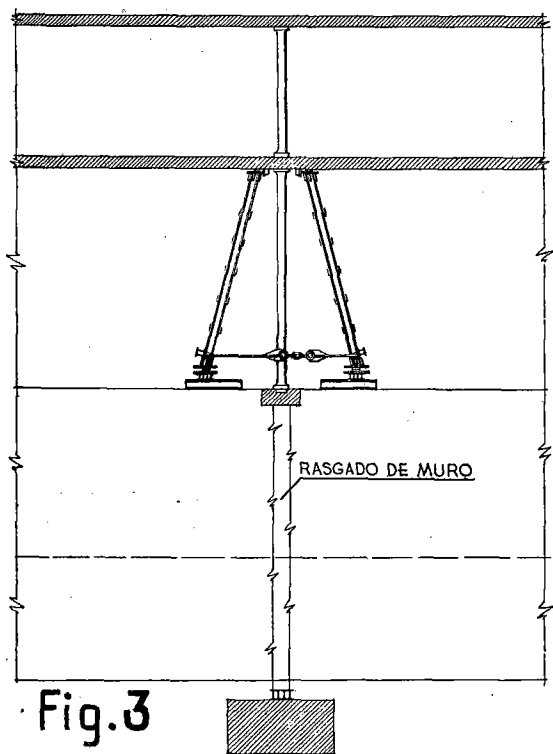


Fig. 3

viesa paralela a la medianería posterior por estructura metálica de soportes y carreras, y se aumenta la superficie del patio central existente (que sobre el entresuelo va cubierto con cristalera), cerrándose éste con una estructura nueva, también metálica. Esta nueva disposición se aprecia en la figura 2.^a, y, comparándola con la anterior, se ven claramente las zonas del edificio que son demolidas, las de estructura nueva y las de sustitución de estructura existente por otra nueva.

Además, y mientras el suministro del hierro necesario llegaba, se hizo en casi toda la planta del edificio un segundo sótano, que tiene en algunas partes hasta 5 m. por debajo del piso de sótano existente.

La fundamental complicación de toda esta variación consiste en que ha de hacerse sin que el Banco deje de funcionar ni un solo día. Citaré como detalle que al hacer el recalzado y el vaciado para este segundo sótano, parte fué hecho bajo un negociado que no podía, por razones de su funcionamiento, cambiarse de sitio, ejecutándose el forjado en turno de noche, de modo que literalmente se les ha hecho un piso bajo los pies, sin que tuviesen que parar ni un día su trabajo.

Voy ahora a dar una idea de cómo se han resuelto los problemas parciales que este cambio total de estructura resistente del edificio ha planteado.

Hay que tener en cuenta previamente que la estructura se debía proyectar para una posible elevación

de dos plantas más y que, como consecuencia de ello y del aumento de luces, se ha llegado a cargas hasta de 240 toneladas en algunos soportes, que, por ello, se han tenido que cimentar directamente en el terreno y con unas grandes zapatas de hormigón en masa, y sobre ellas, emparrillados de repartición, cuya ejecución, en sitios donde actuaban cargas fuertes, ha presentado también problemas de cierta complicación.

Las carreras de planta baja se han conservado, porque, aunque las luces aumentaban, su perfil estaba sobradísimo de resistencia, y se han sustituido las columnas de fundición por soportes laminados. Se han presentado, al hacerlo, los dos casos de coincidir o no el nuevo soporte con una columna ya existente.

Caso de montaje de un soporte con su eje coincidente con el de una columna existente.

Se proyectó un apeo de jabalcones con un tirante provisto de tensores, que tenía por principal objeto alejar las cargas del eje de la columna a sustituir, ya que al tener que arrancar el soporte nuevo, de piso de segundo sótano, había que rasgar el muro de apoyo de los apeos en una altura de 8,70 m. (fig. 3.^a).

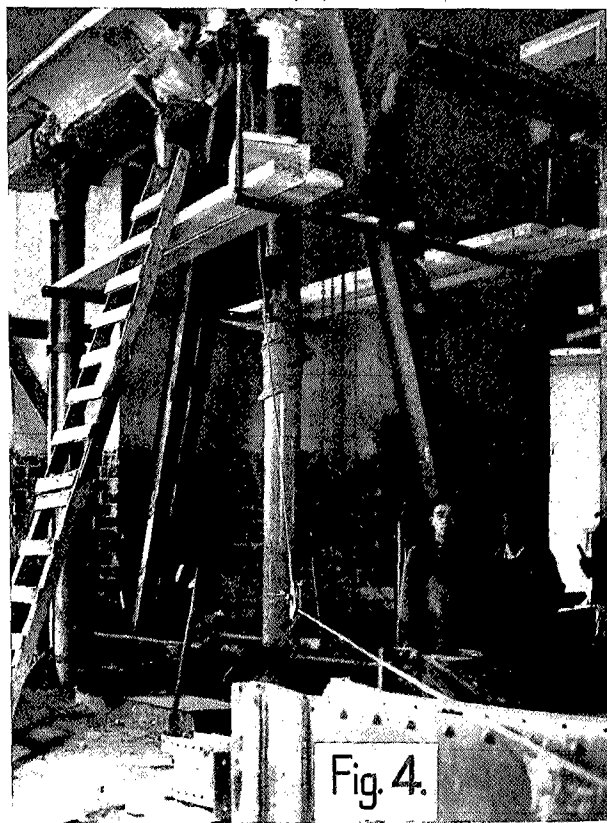


Fig. 4.

La carga que debía soportar el apeo era la concentrada transmitida por la columna de fundición de la planta de arriba y la parte correspondiente del piso entresuelo, aproximadamente 125 Tn.

Las tres fases de la operación de sustitución se aprecian en las tres fotografías (figs. 4.^a, 5.^a y 6.^a), y el sistema de apeo construido, en la figura 7.^a.

Para la operación se puso en la unión de la carrera existente con la columna de fundición un testigo de yeso y se fueron apretando los dos tensores por igual hasta que el testigo acusó una pequeña fisura, indicio de haber pasado toda la carga al apeo. Los rozamientos, en cuanto el apeo comenzó a entrar en carga, eran tan fuertes que no se vencían con los tensores, hasta el punto que se llegó a deformar uno de los dos emparrillados transversales de apoyo de los jabalcones, que estaba constituido por 4 $\perp$, número 20, soldadas, formando paquete. Hubo necesidad de dar a estos emparrillados rigidez en el plano de la carrera, y en las fotografías se ven las piezas soldadas con que se consiguió este efecto. En vista de ello, después de apretar los tensores, se obligaba al conjunto con varios golpes de maza en la parte baja de los jabalcones, aflojándose de nuevo los tensores, y así, alternativamente, se llegó a poner en la carga deseada todo el conjunto. Se siguió tensando

Fig. 5.

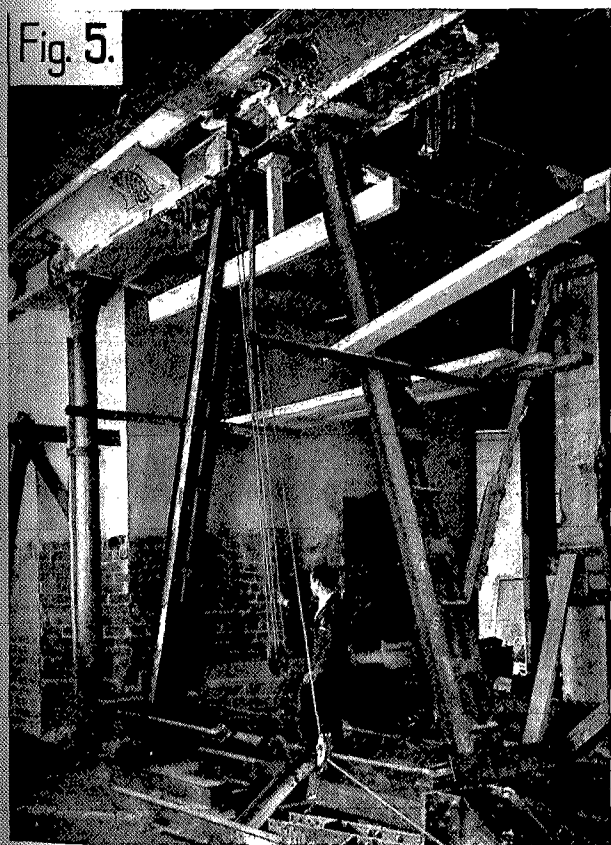


Fig. 6.



después hasta dar una ligerísima contraflecha a la carrera, con objeto de que, al aflojar los tensores, después de colocado el soporte nuevo y pasar a éste toda la carga, no se acusaran grietas en los muros de las plantas superiores por acortamiento del soporte, lo que se consiguió, efectivamente. El soporte nuevo se colocó en tres tramos, unidos luego con soldadura eléctrica (uno de los empalmes se ve en la fig. 6.^a), y antes de soldar la carrera a la cabeza del mismo, se acuñó con una chapa metida a golpe de maza. Una vez terminadas las soldaduras, se procedió a cargar el soporte nuevo, paulatinamente, y después a hormigonar lo rasgado en el muro, quedando el soporte cogido con el hormigón. También, y antes de entrar en carga, se arriostró el soporte en cada piso, para evitar efectos de pandeo. En la figura 6.^a se ve uno de los arriostramientos mencionados.

Esta misma operación se ha repetido luego en varias de las columnas de la planta baja en la zona en obra, siempre con buen resultado.

Como precaución, una vez terminado el tensado de los tirantes, se soldaron a la parte baja de los jabalcones unos trozos de vigueta que apoyaban por el otro extremo de la base de las columnas contiguas, para evitar que, en caso de rotura de los tensores

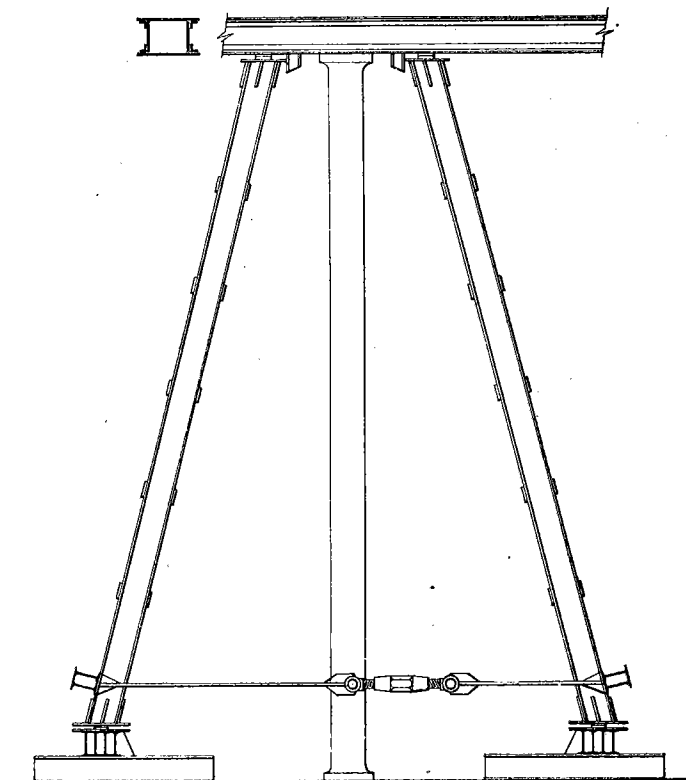


Fig. 7

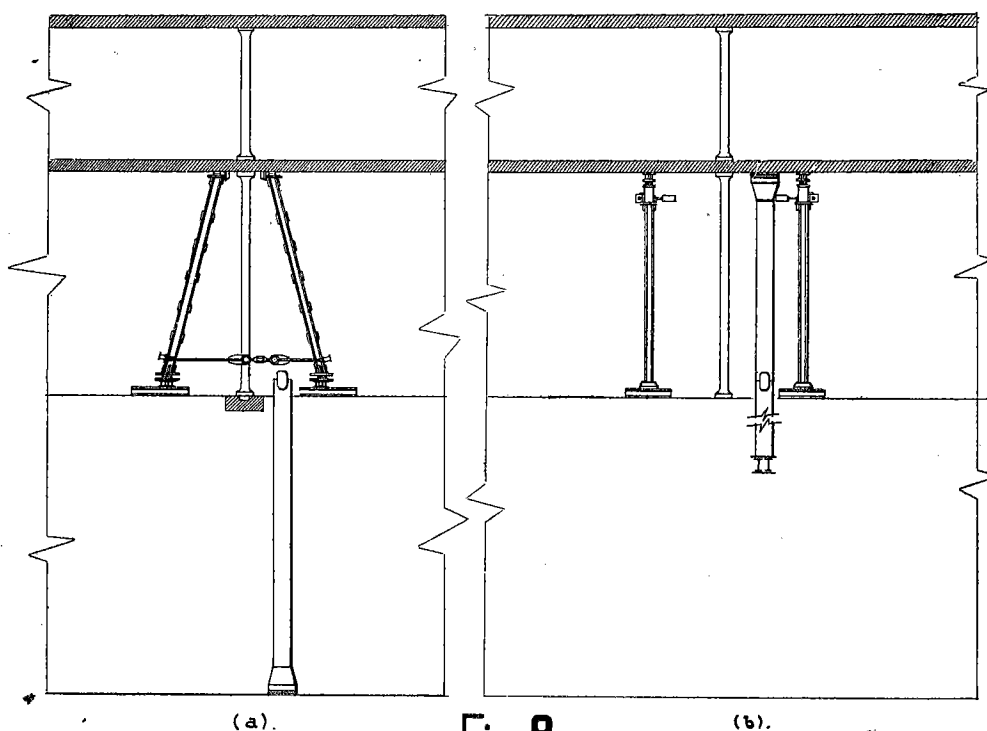
(por golpe con las piezas en el montaje, etc.), cediéndose totalmente el apeo.

Es curioso señalar la simplicidad del andamio utilizado por los montadores, con sólo dos pequeños angulares y un punto de soldadura sobre el mismo apeo.

La zapata de apoyo del mencionado soporte, por sus grandes dimensiones ($2,80 \times 2,80$), hubo de hacerse en dos etapas, con el fin de no descalzar el tramo en todo el ancho necesario de una sola vez. Como precaución, y para mayor seguridad, se colocó a cierta altura sobre el nivel del sótano, y en el muro mencionado, un cargadero provisional, que se quitó una vez hecha la zapata totalmente.

El apoyo sobre el macizo de la zapata de cimiento se hizo mediante un emparrillado de **I**, núm. 26, que repartiera sobre ella la fuerza de carga transmitida por el soporte.

Las operaciones, repetidas varias veces, se hacían inmediatamente debajo de las oficinas del Banco, y, como es natural, en éstas no se notó nada de particular. Sin embargo, cuando el tipo de operaciones que se hacían trascendió, se hubieron de tomar "precauciones psicológicas", llegando a mantenerse en cierta ocasión una columna, ya superflua, colgada del techo, para que los empleados la siguieran viendo, y con su zapata de apoyo en el aire, por debajo del entarimado.



(a).

(b).

Fig. 8.

Caso de montaje de un soporte de eje próximo al de una columna existente, pero no coincidente con él.

En este caso no se podía rasgar el muro de apoyo de la columna, sin tomar las debidas precauciones, dada la proximidad del rasgado de la columna.

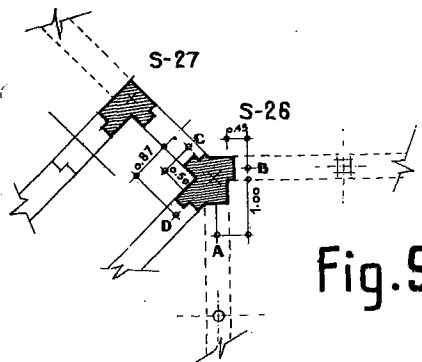


Fig. 9

Se utilizó el mismo apeo ya construido para el caso anterior, hasta montar todo menos el último tramo del soporte nuevo, tal como se indica en la figura 8.^a; después, y una vez hormigonados los dos tramos más bajos del soporte citado, se quitó el apeo, y para montar el último tramo se cambió el apeo descrito por otro, consistente en dos pies derechos laminados con dos gatos de 70 Tn. en su parte supe-

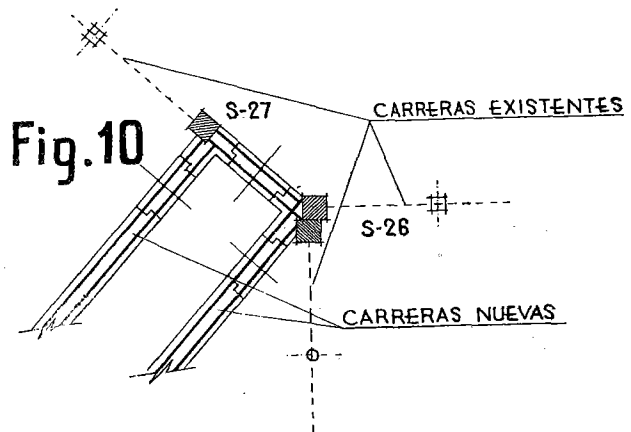


Fig. 10

rior, que se apretaron para conseguir la ligera contraflecha en la carrera existente, y en el soporte nuevo, al aflojar los gatos, la previa compresión que se dió en el otro caso con los tensores (fig. 8.^a, b).

Caso de sustitución de un gran macho de fábrica por un soporte laminado.

Otra interesante operación de montaje ha sido la ejecutada para sustituir un macho de fábrica, de ángulo, del patio, por un soporte laminado, ejecutándose todo el trabajo en la planta baja, ya que la inmediata de encima estaba ocupada por oficinistas en servicio y, por tanto, inaccesible para la obra, y por lo que, naturalmente, se han extremado las superprecauciones.

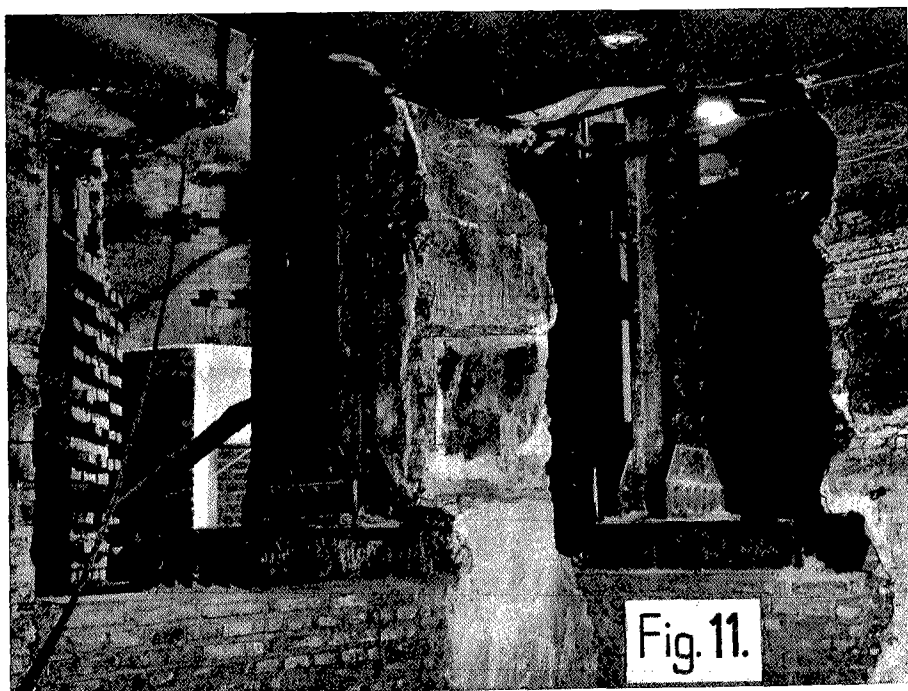
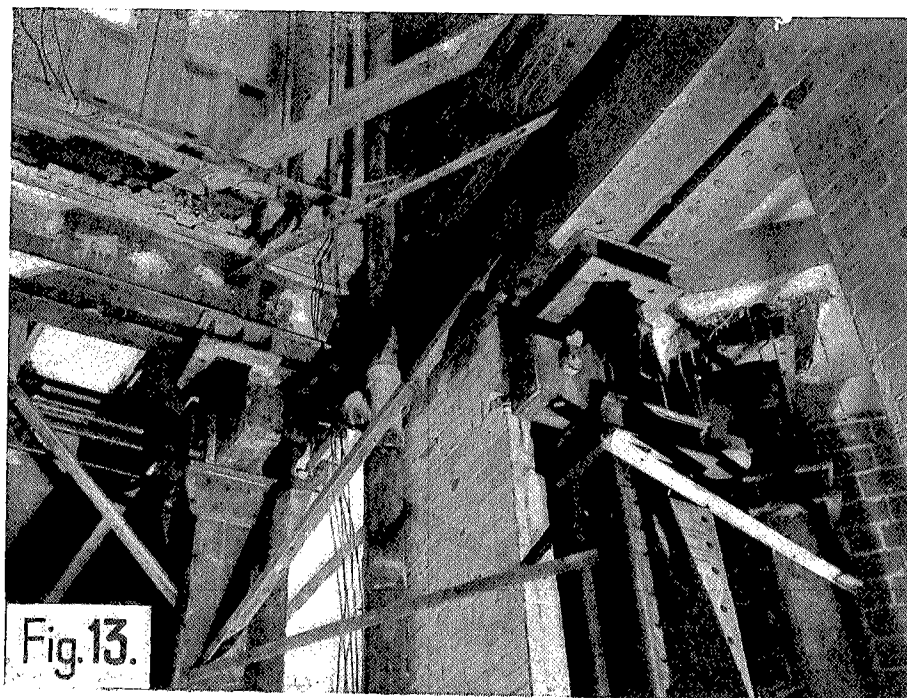
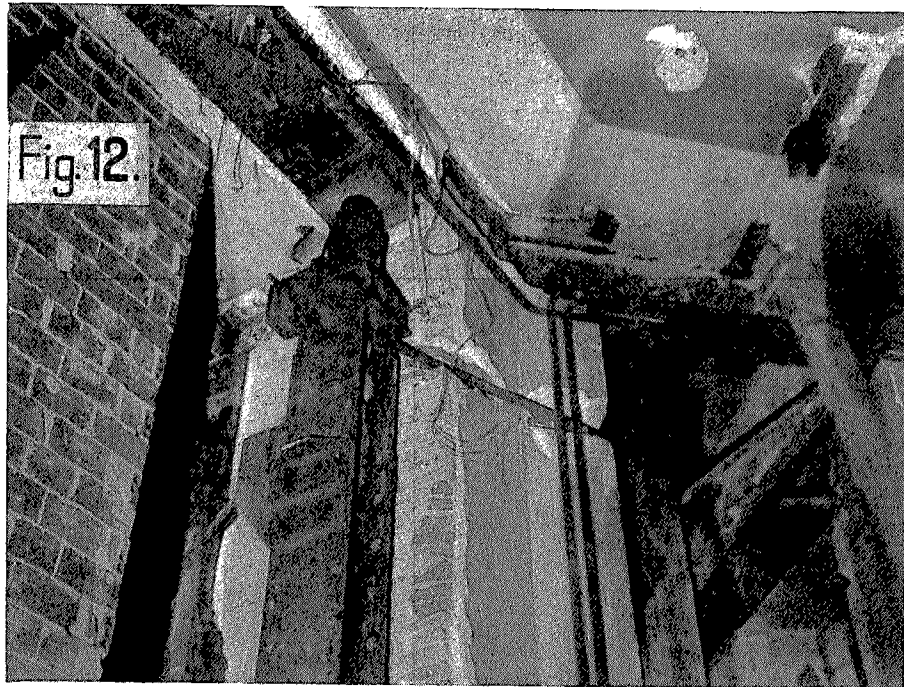
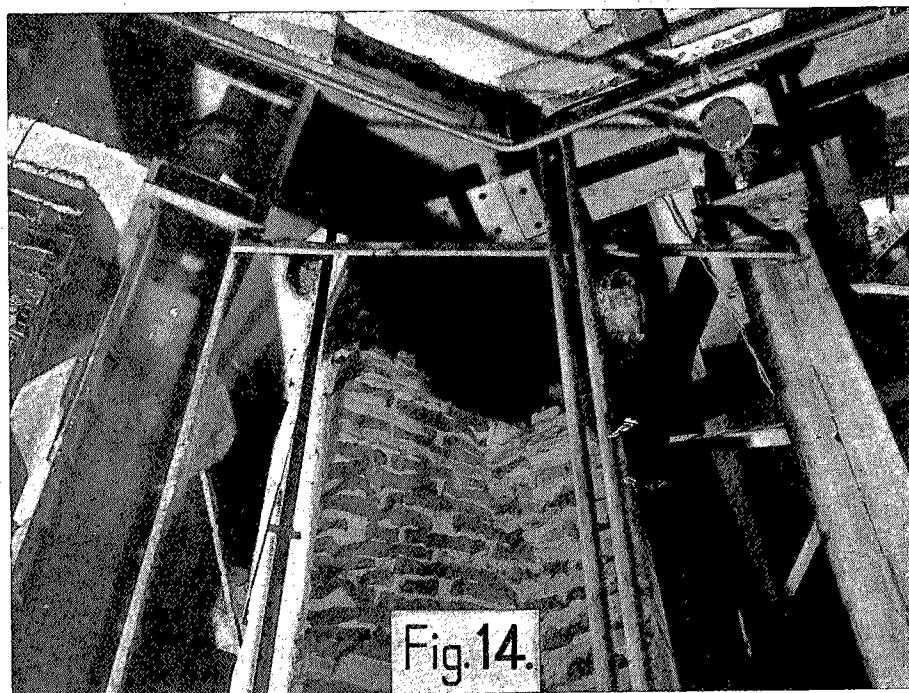
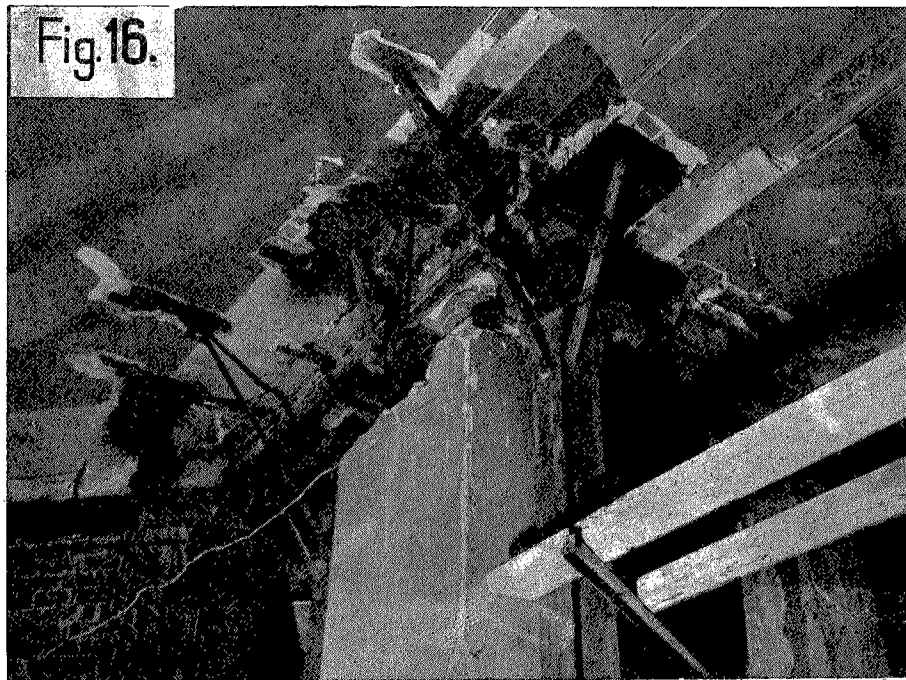


Fig. 11.







Este macho y otro que después se cita formaban las dos esquinas de un patio, cuyos muros, por las exigencias de planta citadas al principio, debían desaparecer en planta baja.

Sobre el primer macho citado cargaban, además de las partes de piso y muro correspondientes en todas las plantas, cargas concentradas de carreras en planta baja y piso entresuelo, en total se calcularon 124,6 Tn. (no definitivas, sino durante el montaje). La disposición en planta del macho a sustituir se ve en la figura 9.^a.

Se procedió primero a la colocación de las carreras que iban a sostener posteriormente los muros del patio, rozando primero medio muro y recibiendo una de las vigas de la carrera y haciendo después la misma operación con la otra mitad. Las carreras se colocaron a tope, tal como indica la figura 10, soldándose entre sí, de tal modo, que formaran un nudo solidario. Esto se hizo, naturalmente, por partes, rozando y rehaciendo la fábrica de ladrillo para dejar siempre suficiente superficie resistente en la fábrica del macho. Después se colocaron cuatro soportes de apeo (se utilizaron tres de los que se iban a montar en otro lado y uno hecho con $\overline{\text{I I}}$ PN, núm. 22), que apoyaban en emparrillados sobre fábrica de ladrillo en la planta de sótano (fig. 11) (se apoyó en esta altura porque más abajo había ya muros continuos en subsótano y las cargas se repartían en muchas superficies). Sobre los cuatro soportes de apeo (fig. 9.^a) A, B, C, D, con cargas calculadas de 37, 26, 34 y 27 toneladas respectivamente, se colocaron cuatro gatos de 70 Tn. con cabezas de transmisión para apretar contra las carreras. Las fotografías (figs. 12 y 13) son muy expresivas, y en ellas se ven desde el interior del patio las nuevas carreras antes mencionadas.

Todos los voladizos de las carreras para el momento de la supresión del macho se comprobaron como independientes para resistir su parte de carga correspondiente. Se fueron apretando los gatos (todos tenían tuerca de seguridad), comenzando por lo más cargados y actuando sobre los cuatro alternativamente, hasta conseguir agrietar los testigos de yeso que previamente se habían colocado. Las cargas leídas con los manómetros fueron algo más bajas que las calculadas.

En la fotografía (fig. 14) se aprecia el comienzo de la demolición del macho, abriéndose después el muro en cajoneras por debajo del nivel de planta baja para colocar los tres tramos de que se componía el soporte que, como los antes mencionados, debido a su gran carga, apoyaba mediante una gran zapata en el terreno por debajo del nivel del piso del subsótano.

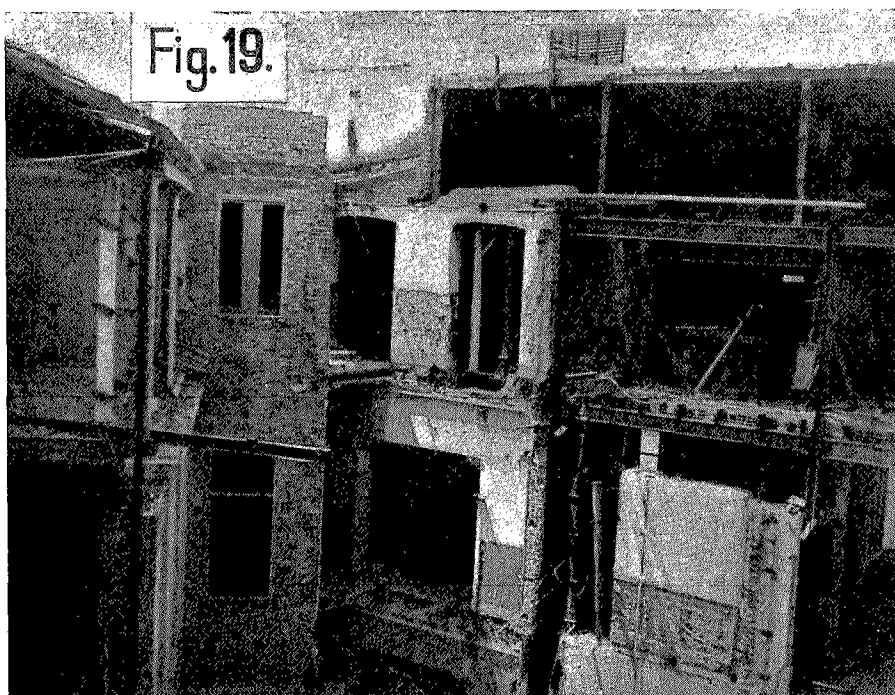


En la misma fotografía se ve la prolongación de las carreras nuevas para preparar el asiento sobre la cabeza del soporte.

Después de montado se aflojaron los gatos con las mismas precauciones que al apretarlos. Casi toda la carrera de la rosca de los gatos se empleó en deformación del conjunto; sobre todo, en las dos carreras existentes que no tenían muro encima, esta deformación fué muy notable. La cabeza del soporte, terminada ya en carga, se ve claramente en la fotografía (fig. 15). Este mismo tipo de apeo se utilizó en la sustitución del macho del S-27 (fig. 10), y a fases de su montaje se refieren las fotografías (figs. 16, 17 y 18), sobre todo en la última, en la que se ven claramente los tres apeos en carga y el macho totalmente desaparecido, es impresionante.

Nuevamente hacemos notar que la operación ejecutada es "en vivo", pues el tabique que se ve en las fotografías citadas anteriormente (figs. 12, 15 y 16) aísla de la obra un negociado del Banco que tiene relación con el público y no podía cambiarse de sitio.

Después, y utilizando unas veces los jabalcones y tensores y otras los gatos o las dos combinadas, se han sustituido hasta 24 soportes y machos de fábrica, algunos en dos plantas, y otros en más.



Caso de sustitución total de un muro de carga por estructura metálica.

Muy interesante también es la sustitución total de un muro de carga por estructura metálica (fig. 1.^a). Se trataba de sustituir el muro señalado *AB* por la

tres plantas más altas, no siguiéndose en las otras por estar ocupadas por oficinas en funcionamiento. Después se colocaron en toda su altura los soportes 7, 8, 11, 1, 4 y 10, abriendo caja en los muros escalonadamente para montar cada tramo de soporte y arriostrarlo en cada planta. Como el muro tenía muchos

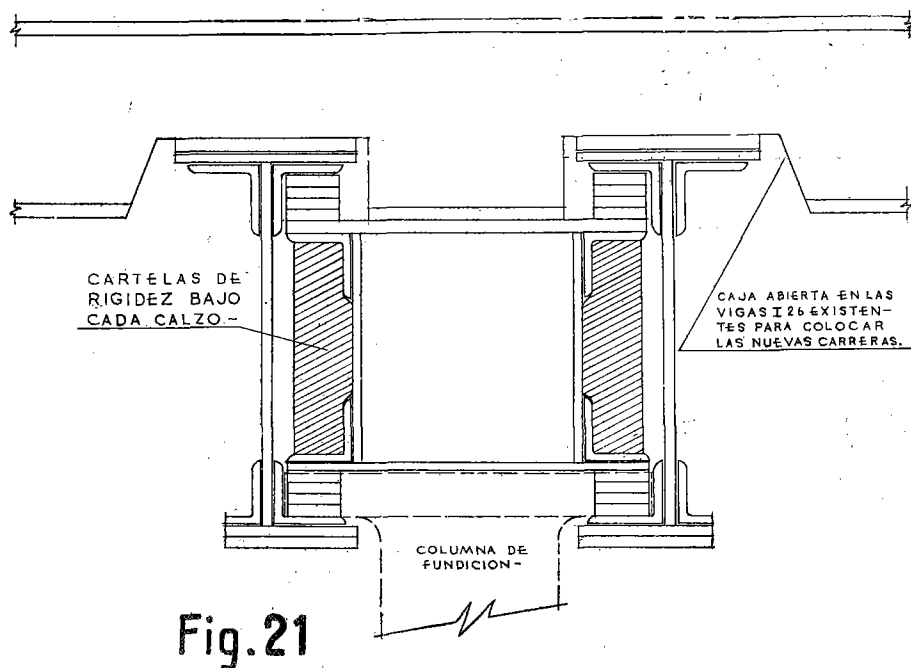
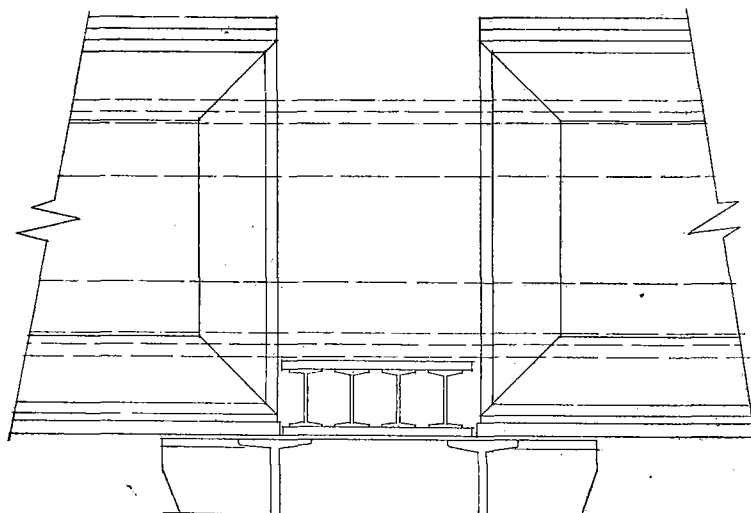


Fig. 21



estructura de soportes 7, 8 y 11, demoler la zona *ABCD* en toda su altura y montar de estructura nueva, a enlazar con la 7, 8 y 11, la de soportes 1, 2, 3, 4, 9 y 10 y las carreras entre ellos, que se aprecian en la figura 1.^a).

Se comenzó por demoler la zona *ABCD* en las

huecos y estaba, por varias reformas anteriores, muy resentido (fig. 19) no ofrecía garantías, al cortarlo en varios témpanos en toda su altura, con el rasgado antedicho. Por este motivo, y aparte del arriostramiento de los soportes a los forjados de cada piso y de sujetar en lo posible el muro a los soportes nuevos,

se le sujetó en algunos sitios con viguetas **I**, colocadas por fuera y soldadas a la viguería de piso.

Después de colocados los soportes en toda su altura, se fueron colocando las carreras, comenzando por las más altas.

Para ello se apeaba la viguería de piso correspondiente a la carrera que se iba a colocar; después se demolía el mismo en la altura de un piso por debajo de ella y se hacía ya el montaje y la soldadura a los soportes contiguos, sin ningún obstáculo ni dificultad.

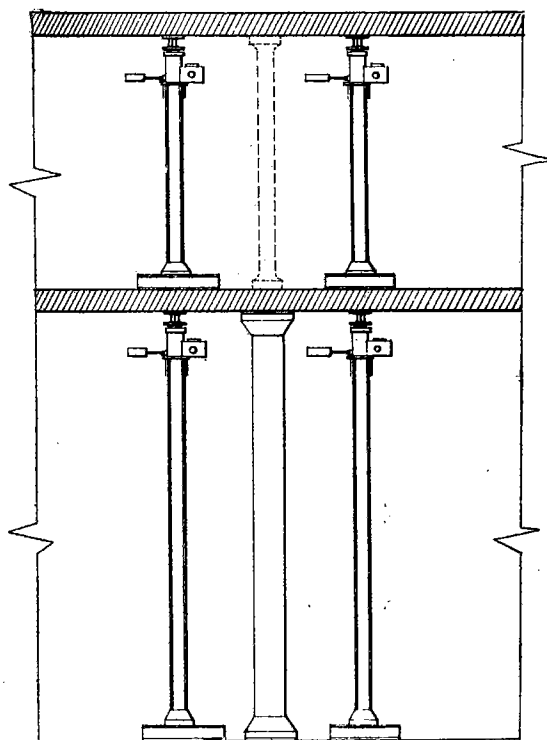


Fig. 22

Sucesivamente la operación se repitió con todos hacia abajo, no montándose en la misma planta todas las carreras a la vez, sino escalonadamente, para mayor seguridad.

De este modo se hizo en toda la estructura B-7-8-11-A (véase figuras 1.^a y 19) y, como hemos dicho, escalonadamente.

Los pisos correspondientes durante el montaje de cada carrera que se fueron apeando con tablonés y armas, se ven también en la fotografía (fig. 19), así como el de una cercha de cubierta, que se hizo con el mismo objeto. A la vez fué subiendo la estructura nueva 1, 2, 3 y 4, hasta llegar a una altura de 4 plantas sobre el nivel del sótano (fotografía, fig. 20).

Cuando se llegó a coincidir a la misma altura con las dos partes de estructura B-7-8-11-A y 1-2-3-4-9-10, se arriostraron entre sí y se colocó la viguería de piso, quedando toda la nueva zona rayada en la figura 1.^a dispuesta para los trabajos de albañilería.

Esta clase de obras tiene, entre otras preocupaciones y cuidados, la ventaja de proporcionar al que las hace algún que otro susto. En la que nos ocupa, no han faltado, aunque, afortunadamente, inofensivos. Un día en un apeo, como los descritos, resultó que lo que había sobre el dintel apeado no era muro, sino un arco de fábrica con dos tabiques, que se agrietaron inmediatamente al apretar los gatos, con la natural alarma de los obreros y aviso consiguiente al Ingeniero, que, hasta ver lo sucedido, se llevó su susto correspondiente.

Caso de refuerzo de carreras laminadas existentes, por aumento de cargas y luces.

Existía también el problema de sustitución de las carreras existentes en la planta entresuelo, que, tanto por aumentar las luces entre apoyos como por preverse la elevación de otras dos plantas, resultaban insuficientes.

Ante las grandes dificultades que esto originaba, y más teniendo en cuenta que parte de este montaje era preciso hacerlo en plenas oficinas en turno de noche, y, por tanto, sin poner obstáculos de apeos, etc., se decidió la solución de refuerzo de la figura 21, en que la carrera antigua queda en el interior y las nuevas la abrazan, calzándose entre ellas, para el mejor trabajo en común, a intervalos de 50 cm. y reforzando la carrera antigua con cartelas de rigidez para la transmisión de los esfuerzos. Las carreras nuevas llevan cortado un trozo del ala inferior por exigencias de la decoración. Las escotaduras practicadas en las vigas de piso existentes de **I**, número 26, permiten suprimir totalmente el apeo del piso de encima, pues aunque se las debilita en esta sección, es próximo al apoyo.

Este, como se aprecia, sigue haciéndose como antes sobre la carrera existente. Los soportes nuevos se colocaron antes de quitar las columnas de fundición existentes, con lo que tampoco se necesitó apea la carrera antigua. El apoyo de ésta sobre el soporte nuevo se da mediante un suplemento (fig. 21) de viguetas **I** con dos palastros y convenientemente acunados. Las cabezas de las columnas de fundición que quedan durante el montaje, como indica la figura citada, aprisionadas entre las dos carreras nuevas, después de pasar la carga a los nuevos soportes laminados, se cortan con el arco eléctrico y se quitan.

Caso de sustitución de una columna de fundición por otra laminada, mediante gatos.

Este problema de montaje de un soporte en sustitución de una columna de fundición se presentó en planta entresuelo, y se ha resuelto con apeos en dos plantas y gatos, tal como indica la figura 22, y se han colocado, como antes se dijo, previamente, las carreras.

Con esto queda ya dada una idea bastante completa de las soluciones adoptadas en los distintos casos.

Se han aplicado los sistemas apuntados, bien del modo dicho, bien combinados unos con otros en muchos casos más, dentro de la misma obra, ya que ésta tiene 34 nuevos soportes, de los que 11 son en toda la altura del edificio, y el resto, casi todos, de tres o cuatro plantas.

Como nuevo dato para conocer la complicación

que en la obra introduce el funcionamiento del Banco, diremos que para la estructura de soportes 1-3-4, más atrás citada, hubo que hacer previamente otra provisional en dos plantas para apoyar los forjados de un negociado en sótano y otro en planta baja, que quedan aislados, con tabiques, de la zona de la obra.

Todos los problemas de uniones en las operaciones que se detallan, se han podido resolver gracias a la soldadura eléctrica, pues hubiera sido casi imposible el preparar todas las piezas para su unión con roblones, dadas las especiales circunstancias de esta estructura que se han puesto de relieve en las líneas anteriores.

Aunque no son, por fortuna, muy frecuentes estas obras tan complicadas, hemos juzgado de interés detallar los procedimientos de montaje que en ésta han sido experimentados con resultados satisfactorios.

