

Observaciones de los Daños de Guerra al Concreto e Instalaciones de Cemento en Alemania

Traducción del Ingo. Ignacio Cardona

Durante un viaje por Alemania en el verano de 1945, hecho por invitación de la Organización Económica Extranjera, mi tarea oficial fue hacer un inventario de lo que quedaba y hubiera sido la industria de Cemento Portland en Alemania. Convencerse de los progresos que los alemanes hubieran hecho en la manufactura del cemento, si hubiera algunos, o si existía alguna diferencia en calidad con respecto al cemento hecho en los Estados Unidos. Las observaciones, hay que advertirlo, fueron hechas muy rápidamente y muchas se quedaron sin constatar.

Cementos alemanes

Para principiar, discutiremos sobre los cementos alemanes, ya que su calidad tendría un efecto directo en los concretos hechos con ellos, o por lo menos eso se presumiría. Las especificaciones de los cementos en Alemania cubrían tres tipos diferentes de cemento. Estos tipos sólo se diferenciaban en cuanto a resistencia y finura. Su cemento "Normal" y de "Alta Resistencia" se basaba en características similares a lo que nosotros denominamos Clinker Tipo 1. El conocido en Alemania con el nombre de "Más alta Resistencia" era manufacturado en cinco plantas solamente, y a base de un clinker alto en Calcio y Magnesia, similar al que en Estados Unidos se denomina Tipo III. Por lo menos dos de esas fábricas necesitaron usar Cloruro de Calcio para añadir resistencia a la desarrollada en los estados iniciales del cemento mismo.

No se pudo encontrar productos especiales en resistencia y propiedades físicas en general, similares a los tipos Americanos IV y V que son cementos resistentes a bajas temperaturas, altas temperaturas y atmósferas altas en sulfatos. Mezclas de escorias granuladas provenientes de los Altos Hornos, y Clinker de cemento eran usadas aún antes de la guerra, siempre que pasaran los

standards de resistencia. Durante la guerra el uso de ese tipo de cemento fue difundido en gran escala para economizar combustibles, así que la producción de cemento de clinker sólo, bajó de un 82% en 1937 a un 65% en 1944, esto es, de la producción total de cemento en Alemania. El resto de los cementos eran los conocidos con el nombre de "Eisen-portland", cuyo contenido era a veces hasta 30% escoras, o los tipos de nombre "Hochofen" cemento que en muchas ocasiones contenía hasta el 70% de escorias. Un cemento especial del tipo Portland-Puzzolan se fabricaba en el distrito de Eifel, en el valle del Rhin.

Algunas plantas se encontraron que hacían un trabajo bellísimo en cuanto a la organización y uso de las materias primas, especialmente en lo que decía a proporciones y calcinación. Sin embargo, la gran mayoría de las plantas visitadas hacían un producto inferior, en todo sentido, a los productos de los Estados Unidos y de la Gran Bretaña. El control de las materias primas era inorganizado y la trituración y molienda a las dimensiones mínimas, que creemos ser esenciales para los mejores tipos de cemento, ni siquiera se asemejaban a la practicada en cualquiera de los dos países arriba mencionados. La calcinación era mucho menos intensa que la calcinación americana, aun en fábricas modernas, y no es exótico encontrar cementos con un contenido de Magnesio libre de 2,5%.

Muchas plantas usaban todavía hornos de tipo vertical. En nuestra visita tuvimos oportunidad de ver una batería de cuatro de estos hornos recién terminados y casi para trabajar por primera vez. Este tipo de hornos se abandonó hace cerca de cincuenta años en los Estados Unidos. La calidad de clinker que estos hornos producen se puede distinguir más adecuadamente con el calificativo de atroz, mostrando una mezcla de cuerpos heterogéneos, que van desde un clinker parcialmente quemado hasta un clinker completamente fundido, éste a su vez con un alto contenido de ceniza en la cual se presentaba polvo debido a la conversión —al enfriarse— del silicato di-cálcico a la forma Gamma no hidratada. En algunas plantas estos hornos eran los únicos medios de calcinación que existían; en otras, parte del producto se procesaba en hornos cilíndricos rotatorios para mejorar, en promedio, la calidad del clinker.

La única excepción en la cual los cementos alemanes pueden demostrar mejor calidad que los nuestros es en lo que se denomina como "trabajabilidad" para hacer y procesar concreto. El tes-

timonio de los ingenieros militares americanos fue prácticamente unánime en que con el cemento alemán la comodidad del trabajo era superior a la obtenida con cementos de otros lugares. La respuesta de esto, es claro, es que la propiedad de manejo del cemento alemán se debe a la presencia de material no quemado, y material en forma de polvo. Este material, mezclado con clinker quemado correctamente, produce un material plástico en gran forma y por lo tanto de mejor calidad de manejo en la obra. La adición de elementos que atrapen aire produce un resultado similar, pero parece que los alemanes no sabían esa práctica, ni tenían conocimiento, de que en los Estados Unidos era corriente su uso.

Considerando los cementos alemanes, en general, como muy inferiores a los americanos e ingleses —en cuanto se refiere a control en la composición, efectividad y uniformidad de los clinkers— la enorme calidad de su concreto es una gran paradoja. En especial en concreto para carreteras. En toda mi vida y con toda mi experiencia, jamás he visto carreteras de concreto en tan magnífico estado después de siete años, por lo menos, de uso extraordinario para el transporte de maquinaria de guerra con pesos excesivos; sólo he visto el caso de las Super-carreteras alemanas. Recorrimos por estas super-carreteras muchas millas en las zonas de ocupación inglesa y americana, y con la excepción de una sola área, el resto estaba en el más bello estado de conservación a pesar de todo el tráfico que ha debido soportar. Esa calidad en trabajo de concreto es un reto tremendo que hacen los ingenieros alemanes a sus colegas en los Estados Unidos. Estoy convencido de que podríamos repetir ese trabajo, si tomásemos las meticulosidades y el trabajo que toman los alemanes al vaciar, terminar y curar sus trabajos.

La única excepción que vimos en las carreteras y que presentaba un poco de descascaramiento fue en las afueras de la sección del Valle del Rin, al sur de Colonia, y en el distrito donde se producía el tipo Portland-Puzzolan. En esta región una parte de carretera que se descascaró desde 1938, se cubrió con un manto de bitumen. Otras partes en la misma área comienzan a mostrar signos de descascaramiento. Aun cuando el cemento usado en la construcción, en esta sección de Alemania, no pudo ser identificado definitivamente, el gobierno alemán generalmente aplicaba cemento de las fábricas vecinas por razones obvias, y así pudiera ser significativo el fenómeno presentado en esta sección de Super-carreteras.

Efectos de los Bombardeos

En lo que concierne a los bombardeos que los aliados efectuaron en Alemania, y que es lo primero que impresiona al visitante

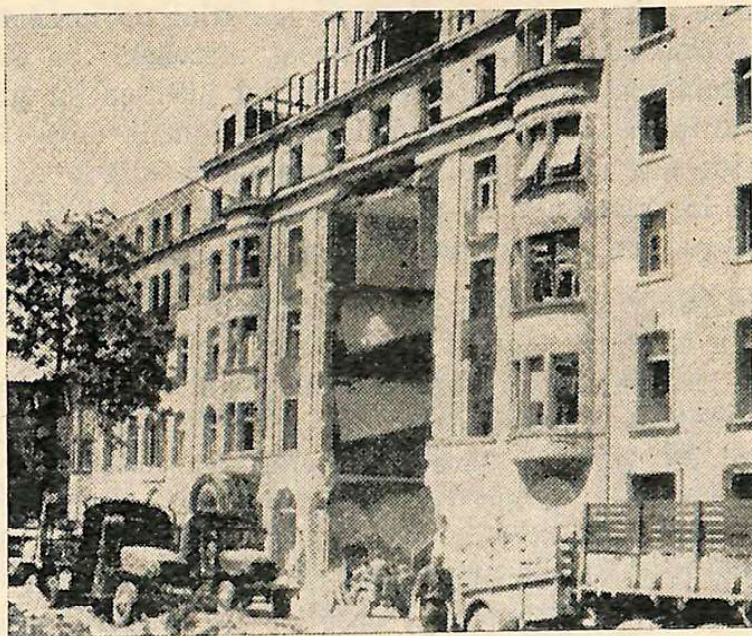


FIG. N° 1

de ese país, las siguientes fotos pueden demostrar algo. La foto Nro. 1 muestra al Grand Hotel de Nuremberg. Todavía está ha-

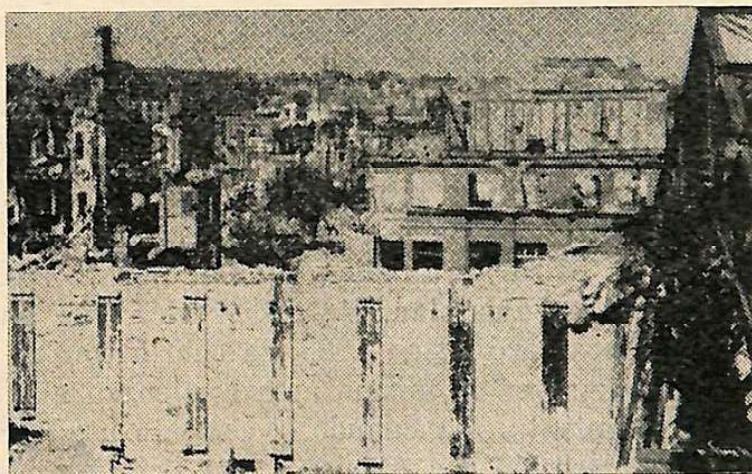


FIG. N° 2

bitable a pesar de que una bomba penetró por la terraza hasta el sótano, antes de explotar.

La figura 2 es una vista tomada desde el quinto piso del Gran Hotel en que se muestra la destrucción con bombas incendiarias y explosivas. Al igual que las fotografías tomadas por el capitán

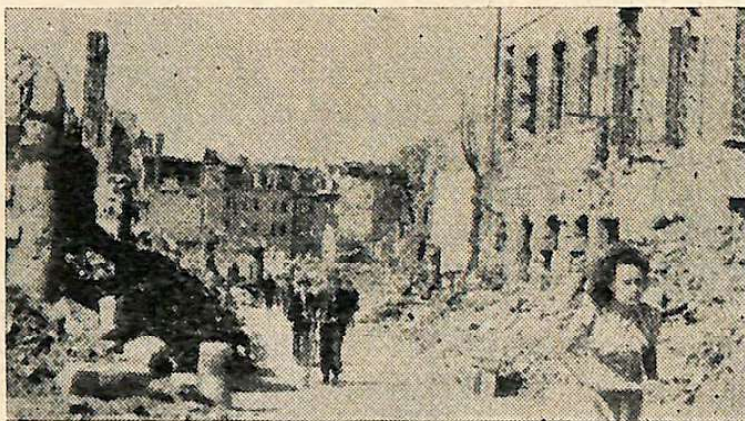


FIG. N° 3

Preager ("Comportamiento de las Estructuras de Concreto bajo la Acción de la Bomba Atómica", E. H. Preager, ACI Journal, June 1946, Porcedengs, V. 42, p. 709) del daño atómico en Japón,

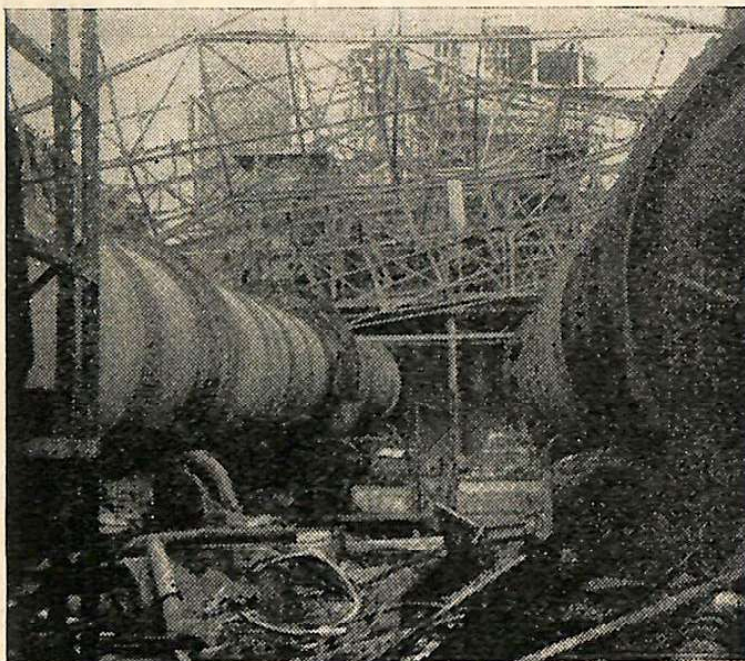


FIG. N° 4

la estabilidad demostrada aquí por chimeneas y en general por estructuras esbeltas es muy notable. Frecuentemente se aprecian en

Alemania chimeneas que sobresalen por encima de ruinas, hasta alturas de dos y tres pisos. El efecto de los explosivos, en Alemania, aún de los más poderosos, está distintamente localizado, y se diferencia con la explosión atómica en la cual todo fue empujado o aplastado.

La figura número 3 es de una calle de Nuremberg que muestra los pedazos que quedan en la explosión de un bomba de gran fuerza. El edificio que se nota a la derecha aguantó parcialmente la explosión que ocurrió exactamente al otro lado de la calle, al frente de él.

En general la Industria del Cemento en Alemania no sufrió mucho por bombardeos. Cuando se consiga en buena cantidad carbón, el 85% de las fábricas podrán seguir trabajando, exactamente en donde suspendieron cuando la rendición. Algunas plantas, en especial en la región de Hannover, no fueron tan afortunadas. La figura 4 muestra lo que queda de un horno rotatorio moderno en una de esas plantas. Auncuando los hornos parecen estar en buen estado, existen en ellos algunos huecos en los cilindros de acero, por los cuales se pudiera atravesar un "jeep". La figura 5 muestra el de-

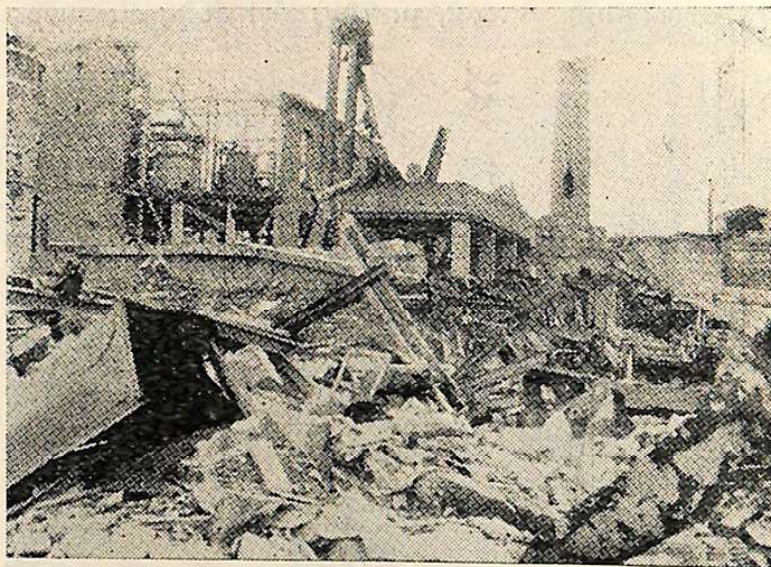


FIG. N° 5

partamento de empaque y almacenamiento de cemento en otra planta cercana. La plataforma es todo lo que queda del almacenamiento (en el centro, al fondo de la foto), mientras que del departamento de empaque sólo se vino a saber que tal era por algunos pedazos de la maquinaria empaquetadora que sobresalía en medio de los escombros.

No toda la destrucción en Alemania fue causa de los bombardeos aliados. Los mismos alemanes al retirarse, volaron muchas estructuras, especialmente puentes, para impedir el avance de los

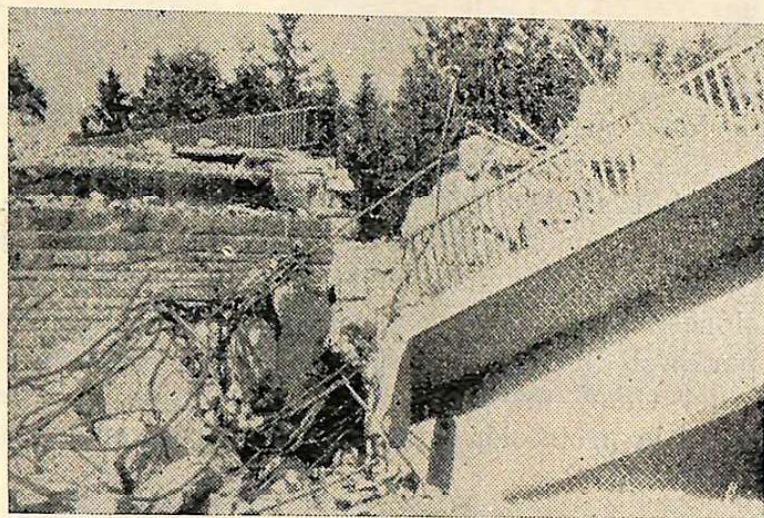


FIG. Nº 6

ejércitos aliados. La figura 6 muestra un puente volado en la carretera (Super-Carretera) cerca a Nuremberg. Este puente consistía de dos luces y una de ellas aparece, en la parte superior de la foto,

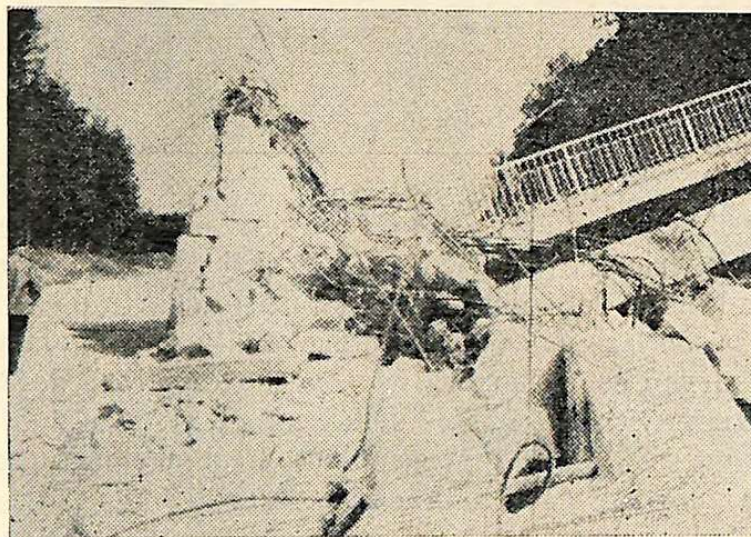


FIG. Nº 7

sin casi ni una sola rajadura; sólo cortada de los empotramientos. Eso es el concreto de carreteras!

El acero de refuerzo mostrado en estas fotos, como también en

el resto del concreto visto en Alemania, es del tipo común de varillas sin deformación. Unicamente vimos cuatro barras deformadas, en toda Alemania, y estas sólo estaban en lo que parece ser una columna de ensaye. El examen de las barras no mostró indicaciones de adherencia entre el concreto y ellas. No sabemos si la adherencia era mala desde el principio, debido a la indeformidad de las barras, o si la explosión destruyó la adherencia totalmente. Sin embargo, es significativo que no pudimos observar en ninguna parte concreto adherido a las barras de refuerzo.

Los alemanes se vieron obligados a reparar sus mismas estructuras para poder seguir manteniendo los centros de producción en varias ocasiones. Tal fue el caso de la represa del Mohne que fue destruída por la Real Fuerza Aérea, al mismo tiempo que lo fue la represa del Oder, un poco, hacia el este de aquella. La figura 8 muestra la protección que tiene la represa en la parte, hacia

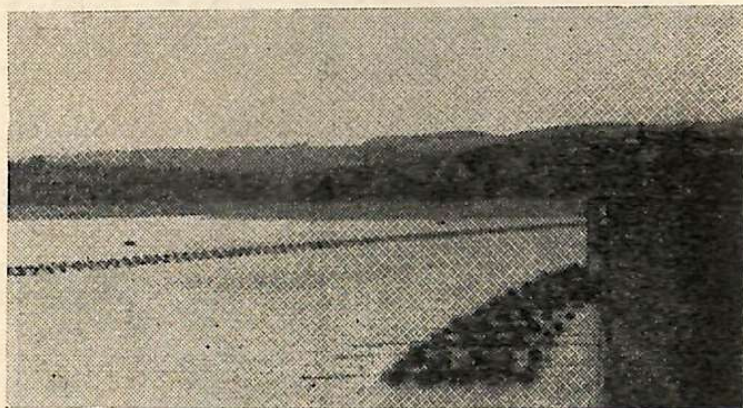


FIG. N° 8

arriba de la corriente, protección que consiste en torres de 500 pies de alto a cada lado del embalse y cerca de un cuarto de milla arriba de la represa, de las cuales un cable suspendido carga alambres verticales que sirven como barrera para aeroplanos torpederos que necesitan volar muy bajo antes de soltar su carga. Más aún, cerca de 100 yardas más allá de la represa una red submarina soportada por boyas corría de orilla a orilla, acompañada de una red igual pero más cerca de la represa. A pesar de todas estas precauciones los ingleses llegaron con sus bombas, por la parte inferior de la represa, y volaron por lo menos la tercera parte de la longitud de ésta, y dos tercios de su altura total. Los alemanes declaran que la inundación producida por esta voladura causó más de treinta mil muertos. La figura 9 muestra la represa tal como quedó arreglada. Una nueva

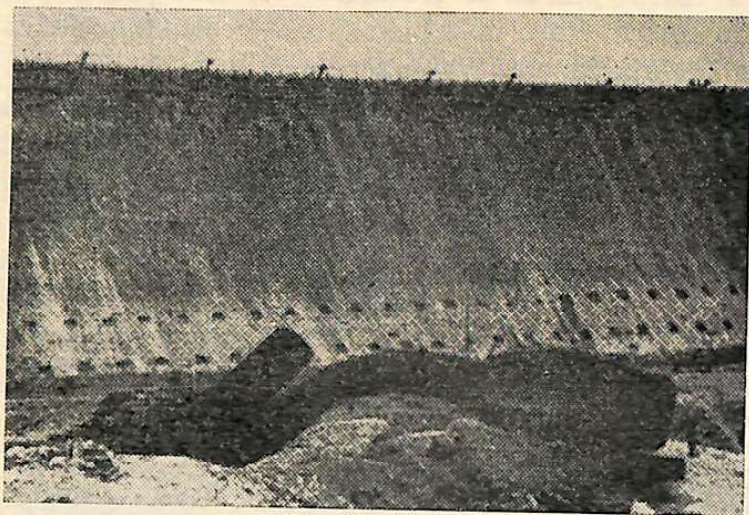


FIG. Nº 9

casa de fuerza, con nueva turbina, estaba ya trabajando cuando hicimos nuestra visita.

Cuando los alemanes se dieron cuenta de que en el mundo existían bombas más grandes que las que ellos tenían y denominaban "super-bombas", y que probablemente serían dejadas caer en

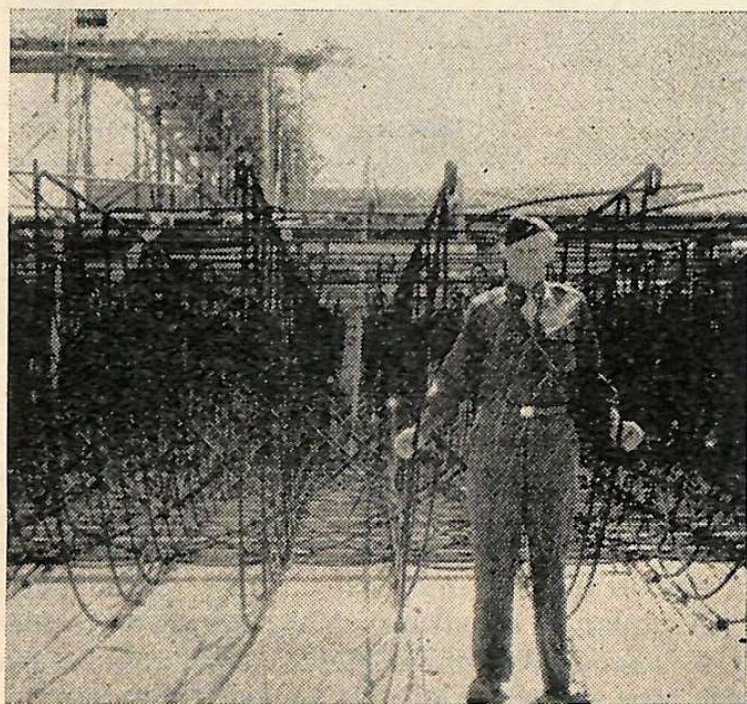


FIG. Nº 10

sus cabezas, principiaron a trasladar sus industrias esenciales a lugares bajo tierra. Pero más bien que ser construcciones *bajo tierra*, fueron instalaciones *bajo concreto*.

Uno de los primeros edificios en ser construídos así fue la planta de motores Messerschmitt. El más viejo de los edificios de esta fábrica tenía ya un techo de concreto con un espesor de veinte (20) pulgadas. Este edificio fue reforzado con muros divisorios que cargaban parte del concreto, de cuatro pies (4') de espesor con columnas enormes entre divisiones, que soportaban el nuevo techo. La figura 10 muestra, en construcción, el refuerzo para la primera capa, que se vaciaba hasta espesores de 10 pies, en otros lugares del edificio. Existen indicios de que una segunda capa de igual es-

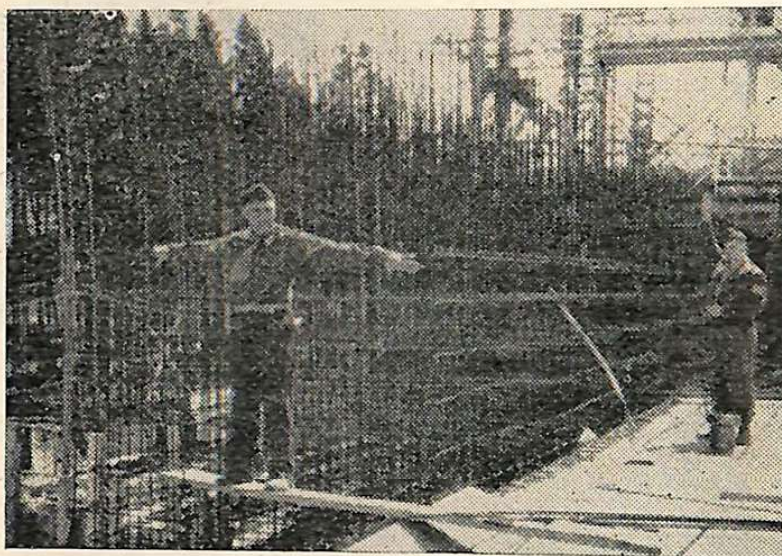


FIG. Nº 11

pesor se pensaba vaciar, encima de la ya existente, la cual vendría a ser entonces un techo de veinte pies de grueso. La figura 11 muestra el refuerzo para un muro exterior de la misma estructura, cuyo espesor deseado era de nueve pies.

Otra estructura muy interesante desde el punto de vista de la concepción en la construcción de tales obras es un edificio donde se arman totalmente los aeroplanos Messerschmitt. Es una estructura monolítica, de arco simple, con un ancho de 270 pies, empotramiento a empotramiento internos, y una longitud total de 1.000 pies. Para principiar la construcción, el cascajo y la arena fueron excavados a lo largo de los empotramientos y hechados hacia la mitad de la luz, para que ellos mismos fueran formando la parte superior del arco, o mejor dicho de su soporte. En seguida, un re-

cubrimiento de concreto pobre, probablemente no más de 2,5 a 3,0 sacos por yarda cúbica se colocaba encima de ese cascajo para que actuara como la parte inferior o fondo del arco mismo. Después,

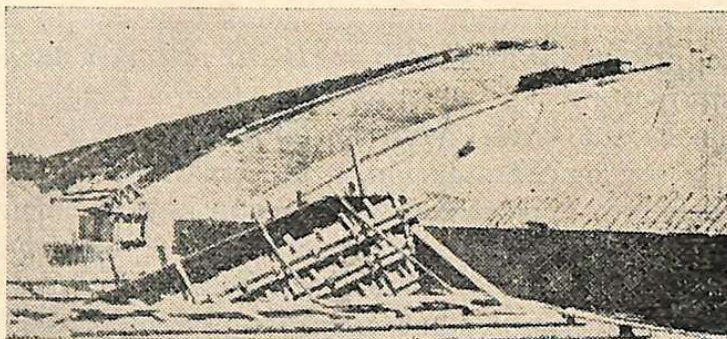


FIG. N° 12

se colocaba el refuerzo en su lugar y concreto mezclado de acuerdo con las especificaciones, se vaciaba en espesores de aproximadamente diez pies, tal como se muestra en la figura 12. El refuerzo que se ve sobresaliendo del arco, seguramente era para acondicio-

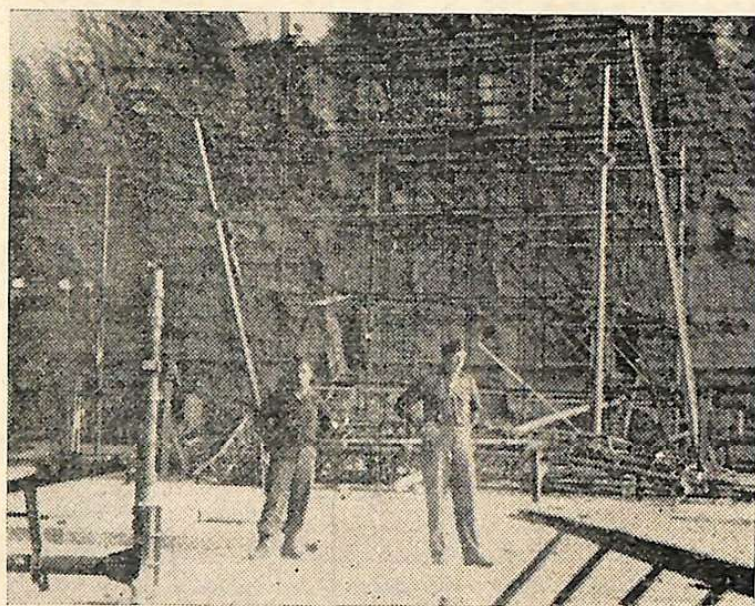


FIG. N° 13

nar una segunda capa de concreto a la ya vaciada, y lo que parece ser vegetación a la izquierda del arco, es puro trabajo de mimetización. Después de completar la vaciada del arco y su subseuente fraguado, se arrimaban palas de vapor al centro de la estructura y se

excavaba a manera de túnel, por bancas, hasta dejar el arco al descubierto; se usaban andamios para poner hombres a despegar el cascajo que pudiera adherirse a la parte del concreto del techo, como también la capa pobre que servía de fondo de formaleta.

Como se dijo anteriormente, las notas tomadas lo fueron incidentalmente, puesto que mi objeto era hacer una apreciación de la industria *manufacturera de cemento*. El asunto, a fondo, del concreto reforzado no ha sido investigado con método, todavía. Lo mismo se debe hacer, y con mucha atención, a la manera y diseño de los alemanes, en concreto pre-vaciado, puesto que hay muchísimo más de lo que se creía; especialmente en todo lo que se tensiona o trabaja con anterioridad al vaciado, usado para polines de ferrocarril, apoyos de suelos, baldosas, y otros miembros estructurales. Por ejemplo, vimos el caso de un bellissimo techo en Heidelberg con un refuerzo pre-tensionado de alambre. Los miembros de esta cercha tenían una sección cuadrada de menos de tres pulgadas. El alambre tenía menos de un octavo de pulgada ($1/8''$) de diámetro; en una formaleta que estaba lista para vaciar, en una longitud de cinco pies, hicimos saltar el alambre y emitió un sonido equivalente al Do de la segunda octava arriba de Do natural. Eso se llama pre-tensionar!! Cosas como esas merecen la pena de estudiarse por expertos, y se espera que otros investigadores vayan a Alemania y reporten los desarrollos modernos para la manufactura de concreto pre-vaciado.

Myron A. Swayze

Director de Investigaciones en la Compañía Lone Star Cement Corporation.,
New York. Miembro del Instituto Americano de Concreto.

Este artículo fue traducido del **Journal Of American Concrete Institute**, Volumen 18 N° 6 — Febrero de 1947
