

2. PRIMERA INVESTIGACION.

Inmediatamente después del incendio la Administración del edificio, conjuntamente con la Secretaría de Obras Públicas Distritales, ordenaron una primera investigación tendiente a establecer en cuáles condiciones generales de estabilidad se encontraba la estructura. Se nombró una Comisión de Ingenieros que efectuó una visita detenida a la obra, bajo la dirección del Ingeniero Doménico Parma.

La Comisión observó:

Sistema A.- Un daño importante en una de las columnas centrales del piso 14. La columna había perdido el 20% de su sección resistente. La figura 8 ilustra la situación. El resto de los miembros del Sistema A estaban en aparentes buenas condiciones.

Sistema B.- En aparentes buenas condiciones.

Sistema C.- Un 10% de las viguetas aparentaban daños de consideración; sin embargo no se observaron flechas importantes.

Sistema D.- Fuertes pandeos, pérdida de recubrimiento del refuerzo, mucho hierro con indicio de exposición prolongada al fuego, malas condiciones generales.

CUBIERTA METALICA.

Fuerte y grave estado de deformación. Se tomaron las siguientes medidas inmediatas:

- Se hizo un revestimiento robusto en concreto reforzado de la columna dañada.
- Se controlaron muestras del refuerzo más expuestas al fuego; resultó que no había reducción considerable de las características mecánicas.
- Se controló la resistencia del concreto de la columna dañada; al sacar un coque de concreto y romperlo, resultó que no había pérdida importante de resistencia.



Fig. 7.- El fuego se propagó por la fachada del edificio. Más de 100 personas fueron rescatadas del techo del edificio por helicópteros.



Fig. 8.- Daño causado por el fuego en las columnas del piso en donde empezó el incendio.

3. ORGANIZACION DE LA INVESTIGACION FINAL.

Después de la primera investigación de emergencia, la Administración del Edificio y la Secretaría de Obras Públicas Distritales encomendaron al Ingeniero Doménico Parma la organización de una investigación completa tendiente a establecer condiciones finales de estabilidad de la obra y la programación de los trabajos de reparación y reconstrucción.

Con tal fin, la firma de Wiss Janney Elstner y Asociados, de Chicago, fue encargada de un programa de investigación con el fin de determinar si la estructura debía ser reemplazada total o parcialmente. Sin embargo, el éxito final de la rehabilitación del edificio se debe a la colaboración y al trabajo de conjunto de los diferentes grupos que participaron en este trabajo y que se coordinaron.

- 10.- Información visual y nivelación general de las placas a cargo de un Comité de Obra.
- 20.- Información fotográfica y cinematográfica a cargo de un Comité de Obra.
- 30.- Estudio de carga de fuego a cargo de un Comité de Obra, con la orientación de la firma Wiss Janney Elstner & Associates y el Ingeniero Jaime Moreno, ambos de Chicago.
- 40.- Estudio de respuesta dinámica de todos los miembros estructurales expuesto a la acción del fuego, a cargo de Wiss Janney Elstner & Associates.
- 50.- Estudio de muestras de acero convencional a cargo del Instituto de Ensayos e Investigaciones de la Universidad Nacional de Bogotá (IEI).
- 60.- Estudio de muestra de acero pre o post-tensionado a cargo de IEI.
- 70.- Estudio de muestras de concreto a cargo de IEI.
- 80.- Investigación por ultrasonidos del concreto de todas las columnas y de los miembros estructurales de mayor consideración, a cargo de IEI.
- 90.- Pruebas de carga a cargo de WJE e IEI.
- 100.- Control de las fuerzas de tensionamiento actuales de los cables pre y post-tensionados de las estructuras del sistema B y del Sistema C a cargo de IEI.

Las actividades investigativas descritas implicaron aproximadamente 30.000 horas-Ingeniero.

4. RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES.

Los resultados visuales de la primera investigación ejecutada por Richard Elstner y Jaime Moreno, revelaron que el fuego había causado mínimo daño a las columnas y a los miembros principales de la estructura, Figura 9, por lo tanto la posibilidad del reemplazo total de la estructura fue eliminado. Sin embargo se observaron daños importantes en el recubrimiento de concreto en la parte inferior de los pisos estructurales, las viguetas prefabricadas, y las vigas post-tensionadas. Figuras 10 y 11. Las viguetas prefabricadas presentaban considerables fisuras verticales y diagonales. En este punto de la investigación se consideró que un 75% de los pisos estructurales debían ser reemplazados.

La simple observación visual fue suficiente para dictaminar que las estructuras del Sistema D, o sea las placas macizas del centro de la planta, debían ser prácticamente reconstruidas, así que no se dedicó particular atención a su estudio.

ACERO CONVENCIONAL.

Se hicieron varios ensayos de muestras extraídas de las zonas que fueron expuestas más severamente a la acción del fuego.

Para las columnas se había empleado como refuerzo vertical principal, un acero trabajado mecánicamente y torsionado que en su estado original muestra una resistencia a rotura de 5,980 kg/cm² (85.000 psi.) y un límite de fluencia de 5,275 Kg/cm² (75.000 psi.) con alargamiento de 10%. Las muestras indicaron rotura de 5,625 Kg/cm² (80.000 psi.), límite de fluencia 5,065 Kg/cm² (72.000 psi.) y alargamiento de 10%. Considerando que el diseño se había efectuado para un límite de fluencia de 4,220 Kg/cm² (60.000 psi.), las pruebas fueron satisfactorias.

Conclusión similar resultó para el acero de las grandes vigas de enlace del Sistema A.

Para los estribos de las mismas estructuras se había empleado un acero liso que en su estado original muestra una resistencia a rotura del orden de 3,660 Kg/cm² (52.000 psi.) y un límite de fluencia del orden de 2,460 Kg/cm² (35.000 psi.). Las muestras analizadas resultaron con características sensiblemente iguales. A consecuencia de estos ensayos se llegó a la conclusión de que el acero de refuerzo de las estructuras del Sistema A no había sufrido perjuicios que restaran capacidad a las mismas estructuras.

ACERO DE ALTA RESISTENCIA PARA PRE Y POST-TENSIONAMIENTO.

El material empleado en la obra es fabricado en Colombia por la Empresa EMOCABLES, S.A. y tiene en su estado natural las siguientes características mecánicas:

- Diámetro nominal 13 mm ϕ (1/2") integrado por 7 kilos de acero.
- Carga mínima de 9,335 Kg. (35.800 lbs).
- Sección metálica aproximada 0.935 cm² (0.145 s.i.).



Fig. 9.- Un piso típico después del incendio.

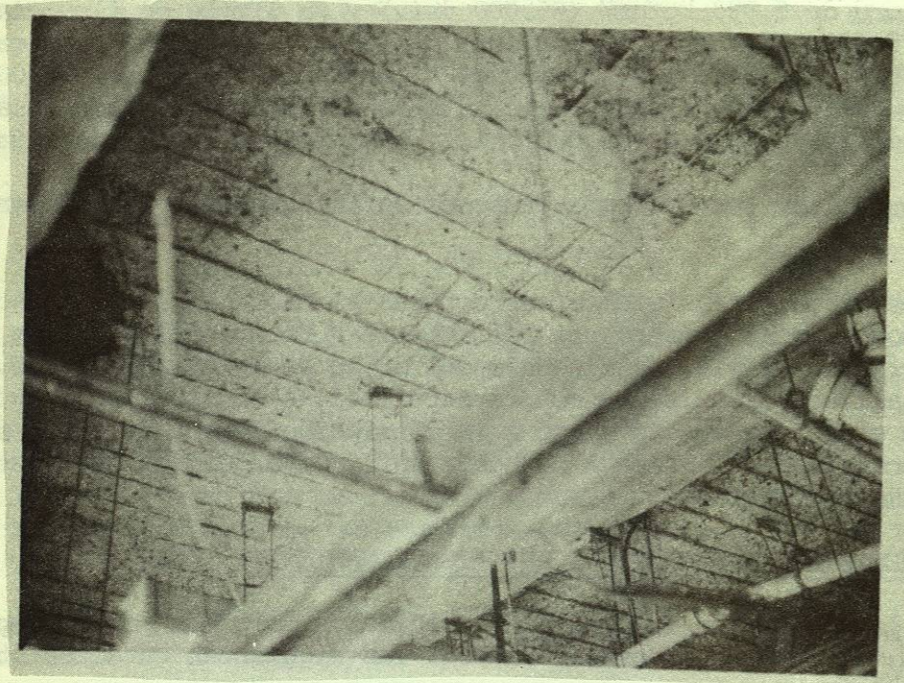
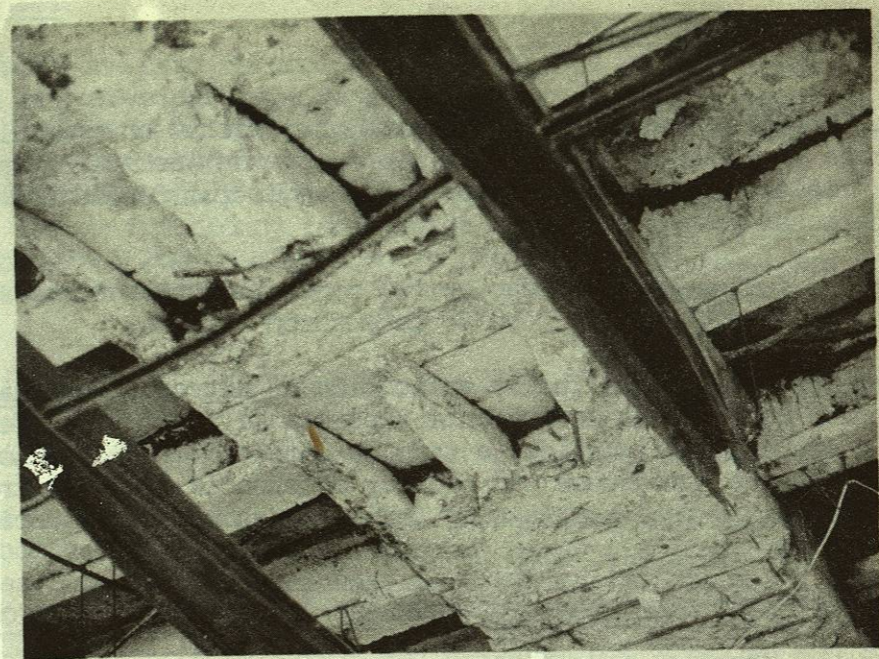


Fig. 10.- Daños causados en las placas con refuerzo convencional.



Daño causado en las vigas postensionadas.

Fig. 11

Se sacaron muestras de dos viguetas en las cuales el concreto inferior había sido destruido por el fuego y los torones habían quedado expuestos a la acción directa. En otras palabras, las muestras fueron tomadas de viguetas totalmente destruidas por el fuego. Nueve ensayos a rotura indicaron una resistencia mínima de 8,480 kg (18.700 lbs) para una muestra que tenía indicios de exposición directa prolongada al fuego y valores intermedios en las otras muestras hasta un máximo de 9,935 kg (21.930 lbs). Estos resultados indican que en estas viguetas a un concreto desintegrado por el fuego, corresponde un refuerzo pretensionado cuyo límite de rotura se ha reducido más o menos a la mitad de su valor original. Puede así conceptuarse que, si la destrucción del concreto no se ha presentado, el material metálico dispone de una resistencia a rotura no inferior a 9,935 kg (21.930 lbs).

ESTUDIO DE MUESTRAS DE CONCRETO.

En varios sitios de la obra, en las zonas más expuestas a fuego, se extrajeron un total de 6 corazones de concreto con el objeto de someterlos a carga de rotura y calibrar los equipos de ultrasonidos.

Los ensayos de rotura, reducidos a término de cilindro típico, dieron resultados entre un mínimo de 316 kg/cm² (4.500 psi.) y un máximo de 400 kg/cm² (5.700 psi.). La obra había sido construida con un concreto de especificación 352 kg/cm² (5.000 psi.), sin embargo, el diseño se había efectuado asumiendo 281 kg/cm² (4.000 psi.) como carga de rotura. Por consiguiente estos ensayos indicaron que no se había perdido capacidad en las estructuras correspondientes.