

3.- EDIFICIO EN PIRACICABA (S.P.)

En una ciudad del interior de Sao Paulo, la venta de unidades en uno de los primeros edificios de departamentos fue tan espectacularmente solicitada que el edificio, previsto inicialmente para siete pisos, fue a partir del tercer piso, reforzado para soportar ocho más, o sea, cuatro más de lo inicialmente proyectado.

Los ingenieros estructurales estudiaron los refuerzos del edificio construido y el colapso se presentó en la fase final de terminación. El número de víctimas fue superior a medio centenar.

No hubo control, fueron advertidos y castigados por haber proyectado refuerzos sin que se hubiese hecho una verificación de las condiciones de ejecución de la obra. Probablemente la estructura, tal como fue ejecutada y la baja calidad de los concretos empleados, fueron las causas de la falla.

4.- PUENTE EN LA RODOVIA BR 282 (S.C.)

En la fase final de construcción, el puente que une los municipios de Herval do Oeste y Joacaba sobre el Río Do Peixe, en Santa Catarina, cayó faltando de colar apenas el último claro. Veintiún obreros murieron.

Causa, aún no determinada. "Folha da Tarde 11/11/74".

5.- EDIFICIO CALLE GENERAL JARDIM (S.P.)

Edificio de ocho pisos, de departamentos, construido en Higienopolis, en Sao Paulo.

Colapso, una semana antes de su ocupación por los propietarios.

Ninguna víctima humana.

Error de cálculos, falta de supervisión de las constructoras y economía de cemento.

6.- GRUPO ESCOLAR MARIA JOSE (S.P.)

Construcción del FECE iniciada en 1968, paralizada en 1970. Precios de ocasión de la contratación cr \$845,000 hasta cr \$1.260,00- Escogida por el menor precio, la empresa se declaró en quiebra y posteriormente los acreedores también la requirieron.

Examinada la estructura, por medio de ensayos no destructivos y pruebas de carga, se confirmó la necesidad de su demolición por fallas en la ejecución.

En esa época, de ciento cuarenta edificios escolares en construcción, treinta y ocho presentaron problemas de ejecución en la estructura y cuatro tuvieron que ser reconstruidos, como el Grupo Escolar Filomena Matrazzo (S.P.).

El precio mínimo casi siempre es señal de que "gana quien se equivoca en el presupuesto".

7.- DERRUMBE DE SUPERMERCADOS (S.P.)

Obra realizada en Sao Paulo que entró en colapso.

El análisis de la memoria de cálculo hecha por una comisión de profesores, a petición del Instituto de Ingeniería, concluyó que los conocimientos de resistencia y estabilidad demostrado por el proyectista de la estructura eran "notoriamente insuficientes".

Siete obreros muertos y quince heridos.

El ingeniero estructural diplomado recibido en Millan ya era responsable por treinta procesos en el CREA. Revalidó su título en Río de Janeiro y en Sao Paulo.

8.- INCENDIO EN EL JOELMA (S.P.)

Edificio de veintidós pisos en el centro de la ciudad que fue devorado por el fuego en algunos minutos y fue el segundo gran incendio en edificios comerciales. Número de muertos: cerca de doscientos. Inmediatas providencias gubernamentales resultaron en la aprobación de códigos ya en discusión hace más de cinco años. La comisión del Instituto de Ingeniería llegó, entre otras, a las siguientes conclusiones:

- 1.- Material combustible (cortinas, cielo falso, pisos, muebles, divisiones, etc.).
- 2.- Instalación eléctrica precariamente hecha, con cables descubiertos, emp mes sueltos, extensiones a partir de enchufes en los zoclos, etc.

La estructura de concreto sufrió poco.

9.- PABELLON DE EXPOSICIONES DE LA GAMELEIRA (M.G.)

Edificio de exposiciones con cerca de 30 m x 240 m, en dos pisos, en área -- construida de cerca de 14.000 m².

Plazo contractual para la ejecución de la estructura, cien días.

El calculista, uno de los más notables de nuestro País, habiendo ya proyectado buena parte de las principales obras de Brasilia, y ya con más de setenta años, continuaba elaborando cálculos.

La policía técnica llegó a la siguiente conclusión: "Admite que haya habido errores en la concepción de la estructura, además de errores en el plano de descimbramiento de los apoyos centrales en vigas sobre dos apoyos.

La causa del derrumbe debe ser atribuida al cálculo de la superestructura -- ("concentración de esfuerzos en los apoyos de las vigas principales, sin armado -- conveniente").

10.- PRUEBA DE CARGA EN PILAS DE CONCRETO EN EL PUENTE SOBRE EL RIO NITEROI.

Durante la prueba de carga de dos mil toneladas realizada en las pilas de con

creto con camisa de acero, hubo una desviación diferencial de las pilas de soporte del tablero y toda la carga cayó sobre el barco de los ingenieros, operadores y medidores de las desviaciones.

Para la carga fueron utilizadas las camisas de las pilas de 1,80 m ϕ x 36 m llenos de agua. Por las dimensiones podemos calcular la inestabilidad del conjunto.

Posiblemente la magnitud de la prueba, una de las más grandes realizadas en Brasil, impidió un análisis frío y desapasionado por parte de los técnicos que participaron en ella.

11.- VIADUCTO PAULO FRONTIN (R.J.)

En la Avenida Paulo Frontin (R.J.) de dos pistas bordeando un canal, fue proyectado un piso elevado constituido por vigas tipo caja en el centro, apoyadas en columnas que bordeaban el canal y, lateralmente, sobre las pistas, se colocaron piezas precoladas, armadas en el lugar, sin interrupción del tránsito.

Durante la fase de colado de la capa superior del elevado, el claro sobre la calle Toneleiros se partió a la mitad, arrastrando el claro adyacente.

Más de medio centenar de muertos.

El ingeniero de la construcción tenía seis meses de práctica profesional y curso de ingeniería de operación de tres años de duración.

Las vainas (ductos) presentaban fallas de inyección. Las ventanas abiertas en la viga central aumentaron los esfuerzos en la zona de compresión.

La recuperación y refuerzo de la estructura costó a los fondos públicos cerca de cinco veces más que la construcción: 18 millones (1.970) contra 90 millones (1.974).

El proyecto arquitectónico y el estructural, así como la construcción, eran responsabilidad de una sola firma. La supervisión era hecha directamente por el órgano público.

12.- EDIFICIO MORENA EN SANTOS (S.P.)

Una Constructora ejecutó para un condominio la estructura de concreto y entró en quiebra.

Una nueva constructora, de las mejores de Sao Paulo, fue invitada a concluir el edificio, haciendo para eso un contrato con los condominios. En él, resguardaba su responsabilidad por cualquier de los defectos existentes ocultos en la estructura, ya que no le sería posible la verificación integral de la parte ya construida.

Cinco años después de la entrega, dos columnas de la fachada principal del edificio entraron en colapso obligando a la constructora a realizar un refuerzo de emergencia que salvó el edificio del colapso.

Basados en la resolución del CONFEA, los condominios exigieron indemnización, ya que de acuerdo con la resolución, el último constructor es el responsable de toda la obra.

13.- PUENTE SOBRE EL LAGO EN BRASILIA.

Proyección de transparencias para debate.

RECOMENDACIONES.

Las fallas podrían ser evitadas, o por lo menos minimizadas, adoptándose los siguientes criterios:

a).- EN LA FASE DE PROYECTO.

- Análisis de la factibilidad de la obra desde los puntos de vista técnico y económico.
- Procedimiento de construcción cuidadosamente detallado.
- Cuidadoso estudio de las condiciones locales y de las características de los materiales de empleo viable.
- Elaboración de especificaciones detalladas y adecuadas al proyecto y a la realidad.
- Evaluación de las condiciones técnicas y económicas de la constructora.

b).- EN LA FASE DE EJECUCION.

- Cooperación mutua entre el cliente, el proyectista, la constructora, la supervisión y tecnólogos en el sentido de asegurar el esquema apropiado de construcción y supervisión de la ejecución.
- Verificación constante del estado del equipo.
- Verificación constante de las características de los materiales y de su conformidad con el proyecto y especificaciones por medio de ensayos e inspección a las fuentes de materia prima y a las fábricas.
- Empleo de mano de obra capacitada en todos los niveles.
- Utilización de mayor número de ingenieros especializados para supervisión y control de los diversos trabajos en la obra.
- Entrenamiento de los supervisores, maestro mayor de obras, y de ser posible, de los obreros.
- Divulgación despersonalizada de las fallas y errores en el sentido de evitar su repetición.

c).- EN CARACTER GENERAL - Consideramos que aún sean oportunas las siguientes recomendaciones:

- Establecimiento de nuevas obligaciones legales entre propietario y constructora.
- Obediencia a la obligación legal de supervisión de la obra por un ingeniero experimentado.
- Adopción generalizada de la consulta a ingenieros especializados - en los diversos sectores de la ingeniería y establecimiento de la responsabilidad de éstos en las decisiones específicas.
- Mayor divulgación, por parte de las escuelas de ingeniería, de las responsabilidades de los ingenieros en la seguridad de las construcciones.
- Organización de cursos de perfeccionamiento técnico y de seguridad para:
 - * Personal de supervisión de las obras y servicios.
 - * Obreros calificados en general.
- Capacitación personal de todos los niveles, así como de los obreros calificados a través de incentivos.
- Proyecto de investigación sobre las causas de los accidentes, en casos seleccionados, por una comisión de ingenieros especialistas. Esta comisión estaría aprobada por una institución apropiada. Publicación de las conclusiones para divulgación en los medios técnicos.

CURRICULUM VITAE

Ingeniero Civil de la Universidad Politécnica de Sao Paulo; profesor de Materiales de Construcción en la Universidad Mogi de las Cruces; profesor invitado por la Asociación Brasileña de Cemento Portland y Venezolana de Productores de Cemento. Ingeniero en Jefe del Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (1945-58), asesor de la Cía. Siderúrgica Paulista-COSIPA. Actualmente es presidente del Centro Tecnológico de Construcción, Consejero del Instituto Brasileño de Concreto, Miembro de la U.I.L.J., de RILEM, ASTM y Concrete Society y representante de Brasil ante el CEBTP de París.

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE CONCRETOS CON GRANULOMETRIA ABIERTA

Dr. V. Ramakrishnan*

RESUMEN

El trabajo presenta los resultados de una investigación extensiva con 375 mezclas de granulometría abierta y de granulometría continua, con rangos de resistencia entre 210 y 525 kg/cm², con cuatro tamaños máximos diferentes de agregado grueso. Las relaciones de agua/cemento (por peso) entre 2.0 y 10.0. Las pruebas se condujeron, cuando eran aplicables, de acuerdo con los Métodos estandard ASTM.

Las propiedades físicas y mecánicas del concreto endurecido, el peso unitario, la resistencia a la compresión, el módulo de elasticidad, la contracción por secado, el flujo y recuperación de flujo, e índices de permeabilidad, para mezclas optimizadas de concreto de granulometría abierta contra concretos de granulometría continua, se comparan en la 3era. parte de la investigación. Para igualdad en resistencia a la compresión, tamaño máximo de agregado grueso y aproximadamente la misma trabajabilidad, el concreto de granulometría abierta tiene mayor peso unitario, mayor módulo de elasticidad, menos contracción, menos flujo y menos permeabilidad que el concreto de granulometría continua. El estudio ha demostrado que para un mismo tamaño máximo de agregado grueso, el concreto de granulometría abierta se puede producir con 20 a 30% menos de cemento que el concreto de granulometría continua para la misma resistencia a la compresión.

Se hicieron algunos estudios preliminares en la parte final de la investigación sobre concretos de contracción-compensada utilizando cemento del Tipo K. La comparación de las características de expansión-y-contracción de concretos de granulometría abierta y de granulometría continua con contracción compensada requiere 37.7% mas cemento del Tipo-K que el equivalente concreto de granulometría abierta de contracción-compensada teniendo la misma resistencia a la compresión y trabajabilidad. Así, esta investigación ha demostrado que se puede obtener una significativa economía para concretos de contracción-compensada, adoptando granulometría abierta en lugar de agregados de granulometría continua.

* Profesor de Ingeniería Civil en la Escuela de Minas y Tecnología de South Dakota; vice-director del comité de publicaciones de la División de Construcción del American Society of Civil Engineers.