Evaluacion Estructural para la Ampliacion de Ambientes del ITVC

M.Sc. Ing. Oscar Luis Pérez Loayza

RESUMEN: El Instituto de Trasportes y Vías de Comunicación (ITVC) desarrolla cursos de Postgrado para lo cual necesita ambientes, oficinas y cursos, que se pretenden construir sobre la tenaza que cubre actualmente los predios del ITVC. El Instituto de Ensayo de Materiales (IEM) ha realizado la verificación estructural del sistema que sería solicitada, aplicando una metodología que se resume en el presente artículo, desde el levantamiento de las dimensiones de los elementos, la realización de ensayos con el objetivo de determinar las características iníciales de la estructura, hasta la verificación de esfuerzos mediante un modelo estructural.

1. Introducción

En principio, se analizó la posibilidad de realizar la prueba de carga, que se desechó por la dificultad que acarreaba la implementación del ensayo, ya que los ambientes están en actual uso, y elementos a flexión como vigas identificadas para medir sus desplazamientos se encuentran sobre tabiques que hubiesen tenido que demolerse. Por ésta razón se decidió modelar la estructura, previo relevamiento estructural para verificar los esfuerzos en los elementos que serán sometidas a las nuevas cargas producto de la ampliación de ambientes en la terraza del ITVC.

2. Antecedentes

Los ambientes del ITVC se encuentran en el último piso del bloque relativamente más nuevo de la Facultad de Ingeniería que fue construido a inicios de la década de 1980 al que se realizaron varias visitas con el propósito en principio de realizar el levantamiento estructural, para luego determinar la estabilidad de la estructura a las nuevas cargas. El sistema está compuesto por dos tipos de losas, una con viguetas en dos direcciones vaciadas en sitio y la otra llena, que se apoyan en vigas principales y éstas sobre columnas y algunos muros que transmiten el efecto de las cargas a los pisos inferiores hasta las zapatas de fundación.

No existen planos estructurales del sistema que sostiene la infraestructura del ITVC. Se tuvo acceso a los planos arquitectónicos de los ambientes actuales del ITVC, copia digital (Fig. 1) sobre la que re realizará la ampliación, oficinas y aulas del Postgrado. El área evaluada es de aproximadamente 165 m2.

3. Objetivo

Determinar la seguridad que presentaría el sistema estructural que sostiene la terraza, que se encuentra sobre los ambientes del Instituto de Transportes y Vías de Comunicación, a nuevas solicitaciones que son el producto de las cargas de una posible construcción de oficinas y aulas, mediante la realización de un modelo estructural, previo relevamiento de los elementos que componen la estructura y la posterior verificación de los esfuerzos.

Fig. 1. Plano arquitectónico del Instituto de Transportes y Vías de Comunicación

4. Procedimiento

Para alcanzar los objetivos, los trabajos a realizar se clasificaron en dos grupos: Relevamiento Estructural y Modelamiento y Verificación Estructural

4.1. Relevamiento Estructural.

Con esta actividad se determinan las características de los distintos elementos que componen la estructura tales como diámetro y cuantía de barras, dimensiones de elementos estructurales, espesor de recubrimientos, resistencia del hormigón y caracterización del sistema estructural y para ello se tiene que realizar el levantamiento del Sistema Estructural, Ensayos de Pacometría y la Extracción de Núcleos

4.1.1. Levantamiento Estructural

El levantamiento estructural determina la geométrica del sistema, las dimensiones de los elementos estructurales y su identificación. Durante la realización de este ítem se observa que los elementos estructurales, especialmente las vigas son relativamente robustas para simplemente absorber las cargas de terraza, por lo que en una primera instancia, para simplificar la evaluación se decide realizar un primer modelo estructural adoptando cuantías mínimas en función de las secciones obtenidas de las mediciones realizadas.

4.1.2. Ensayos de Pacometría

El propósito de este ensayo es localizar la armadura en el elemento, determinar sus

diámetros y recubrimientos, siendo, también útil, en las extracciones de núcleos para la ubicación de las armaduras longitudinales y transversales y evitarlas durante la extracción.

Después del análisis del primer modelo estructural con cuantías mínimas, se identificaron los elementos que fallaron, que en este caso resultaron ser solamente dos vigas. Por ésta razón no se realizó el levantamiento de refuerzo en toda la estructura, procediéndose, simplemente a verificar algunos y especialmente los que fallaron. Otra observación importante, después de la verificación de los aceros por pacometría, es que relativamente se encuentran bastante reforzadas por encima de las cuantías mínimas.

4.1.3. Extracción de Núcleos

Fueron extraídos dos núcleos de las vigas críticas a una longitud de L/4 del apoyo, donde son menos solicitadas, en las que se tuvo cuidado de no cortar o dañar la armadura de refuerzo, localizándolas con el equipo de pacometría. El objetivo de éstas extracciones es la de obtener las resistencias del hormigón para el análisis estructural que dieron 27,4 y 28,3 MPA que son mayores a la resistencia característica 21 MPa, que se asumió para el primer modelo con cuantías mínimas.

Foto 1.- Ubicación de la armadura por pacometría para la extracción de núcleos

a

Foto 2. Extracción de nucleos y posterior reparación de ¡tuecos producidos

4.2. Modelamiento y Verificación Estructural

En el primer modelo con las cuantías mínimas para las secciones establecidas en el levantamiento de dimensiones de los elementos que componen la estructura, previa verificación de las armaduras en algunos elementos, se comprueban que están relativamente bastante reforzadas, se adoptaron los siguientes valores: Fc = 21 MPa, Fy = 420 MPa, densidad para el Peso propio del hormigón 25 kN/m3, sobrecarga de uso = 3.00 kN/m2, carga permanente = 3.00 kN/m2.

Se realiza un segundo modelo, específico de los pórticos donde se encuentran los elementos que no resistieron, con el objetivo de optimizar cargas y con los resultados de los núcleos cuya resistencia característica determinada es de 26 MPa, mayor a los 21 asumidos en el primer modelo. Los resultados obtenidos fueron prácticamente los mismos.

Bajo ésta consideración se determinan las armaduras positivas en las secciones que fallaron por pacometría, obteniéndose resultados satisfactorios, pues presentan el refuerzo necesario para resistir los esfuerzos determinados en los modelos estructurales. En las secciones de momentos negativos, debido al exceso de armadura que presentan no se pudo establecer exactamente, el detalle de las armaduras, llegándose a la conclusión de que se encuentran lo suficientemente reforzadas para resistir las cargas a aplicarse.

5. Resultados

Los resultados de los trabajos ejecutados se muestran con esquemas y gráficos producto de los modelos estructurales.

5.1. Relevamiento Estructural

En la figura 2, se esquematiza e identifica los ejes de referencias en planta, con las dimensiones obtenidas para el modelo estructural, y la localización de los diferentes elementos que componen la estructura: losas, vigas, columnas y muros.

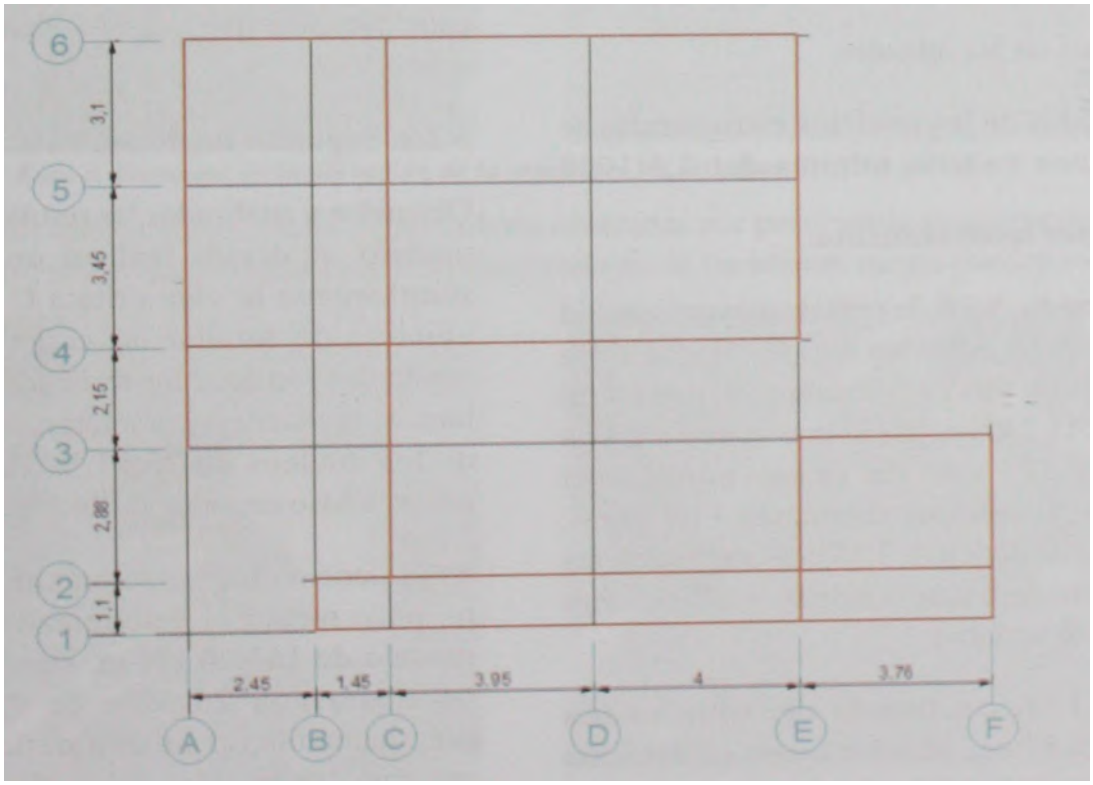

Fig. 2. Esquema de los ejes de y las dimensiones en planta para el modelo estructural

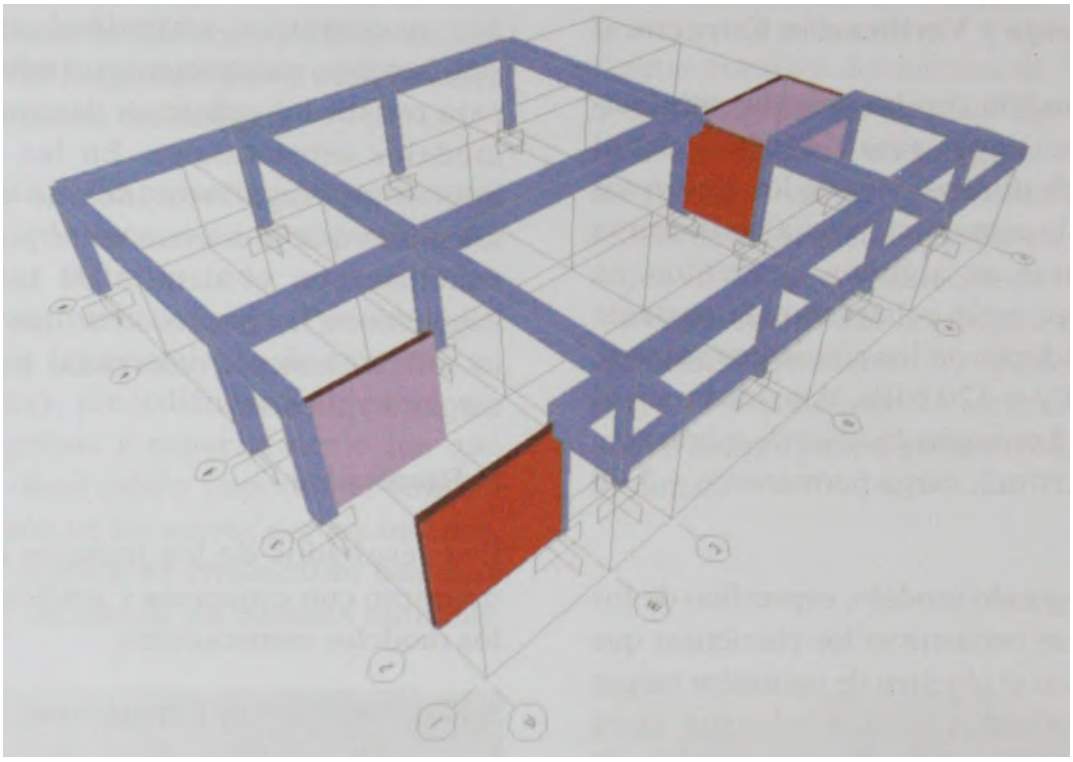

Fig. 3. Sistema de vigas, columnas y muros del modelo estructural con sus ejes de identificación

En la figura 3, que es producto del primer modelo estructural espacial, se muestra en una vista tridimensional los elementos que componen la estructura, con los ejes de referencia y las dimensiones obtenidas del levantamiento

5.2. Análisis de Resultados

Los resultados de los modelos estructurales se verifican con cuantía mínima del 3,5/1000

5.2.1. Primer modelamiento.

En el pórtico 4 - A - E, la viga de mayor longitud que se encuentre entre los ejes C - E, que tiene una sección de 60x55 cm, está solicitada a un momento 243,2 kN-m por lo que se necesita una armadura de 12,7 cm^2. Por cuantía mínima, del 3,5 por mil se obtiene solamente 11,55 cm2, presentando un déficit de 1,15 cm^2 que representa 9,0% de armadura para cubrir las solicitaciones por cargas se servicio.

Para el C - 1 - 6, que tiene la viga entre los ejes 4 y 6 de 40x50 cm, se tiene como solicitación un momento de 163,06 kN-m, que necesita una sección de acero de 9.9 cm^2 (5ø16 =10,05 cm2); ahora, por cuantía mínima del 3,5 por mil se obtienen 7.00 cm^2, por lo que se tiene un déficit de 1, 9 cm^2 que representan un 29.3% de armadura para cubrir las cargas se servicio, concluyéndose que éste es el elemento estructural más crítico.

5.2.2. Segundo modelamiento.

Obtenidos y analizados los resultados del primero modelo, se decide realizar un segundo, para simplemente la viga crítica C - 1 - 6, con el objetivo de detallar las cargas, verificar los resultados y utilizar los resultados de laboratorio para la resistencia característica del hormigón de los núcleos de 26,53 MPa y 25,81 MPa, adoptándose un valor de 26 MPa.

Se obtiene un momento máximo de 149,1 kN-m, poco menor al determinado por el primer modelo de 163,06 kN-m, siendo la armadura necesaria con 26 MPa de 932 cm^2, con, prácticamente, el mismo déficit por cuantía mínima, donde, solo se tiene 7 cm2.

5.3. Verificación de Armaduras

Determinadas las armaduras mínimas necesarias por los modelos estructurales se procede a verificar éstas en campo mediante el pacómetro.

5.3.1. Viga Crítica C - 4 - 6

Armadura mínima de cálculo necesaria: 9,32 cm2

Armadura determinada por pacometría 5016: 10,05 cm2

La armadura en la viga supera la mínima necesaria calculada por los modelos estructurales; y presenta estribos de 80 cada 25 cm a medio tramo, que se hacen más seguidos hacia los apoyos hasta llegar a 20 cm con un recubrimiento de 5 cm incluidos el revoque de yeso.

5.3.2. Viga 4 - C - E

Armadura mínima de cálculo necesaria: 12,70 cm2

Armadura determinada por pacometría 7o16: 14,07 cm2

La armadura en la viga 4 - C - E supera la sección mínima necesaria establecida por los modelos estructurales. En las fotografías 3 se trata de mostrar la ubicación de las armaduras identificada con la realización de los ensayos de pacometría.

Foto 3. Esquema de la ubicación de la armadura en las vigas (- 4 - 6 y 4 - C - E

Sepuede concluir que en ambos casos las armaduras obtenidas por pacometría son mayores a las obtenidaspor cálculo, por lo que los esfuerzos a flexión producto de las nuevas cargas pueden ser resistidos.

Foto 4. Ubicación de la armadura negativa con el pacómetro

En cuanto a los momentos negativos en apoyos, se realizó el mismo procedimiento, pero el ensayo de pacometría no consigue detectar en forma detallada el número y diámetro de las barras, por la concentración de armadura que se presenta en esos puntos, y que se encuentra a una profundidad respecto a la superficie superior de la losa de aproximadamente 5 cm, concluyéndose que existe el suficiente refuerzo para resistir los esfuerzos a flexión.

6. Observaciones y Conclusiones

El relevamiento y posterior análisis estructural establecen que los elementos estructurales que componen el sistema que se encuentra en los ambientes del ITVC, losas, vigas, columnas y muros de hormigón armado pueden resistir las cargas producto de una ampliación sobre la terraza, donde se recomienda no sobrepasar la sobrecarga de uso de 3,0 kN/m^2 y por supuesto en el proyecto y durante la construcción prever el sistema y los materiales con menor carga posible: retirar la carpeta de nivelación y el sistema de impermeabilización y utilizar pisos de vinil o parquet, techo de calamina y otros.

7. Bibliografía

7.1. A. M. Neville. Tecnología del Concreto. Ed. Instituto Mexicano del Cemento de del Concreto. 1980

7.2. P. Jiménez Montoya y otros. Hormigón Armado. Edición 14. 2000

7.3. EHE. Instrucción del Hormigón Estructural. Ministerio de Fomento de España. 2002

7.4. J. Calavera. Patología de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado. INTEMAC. 2005