



# Rehabilitación de edificio industrial de hormigón armado

Chaer, Ramiro  
*Universidad ORT Uruguay*

Diciembre de 2010

## Abstract

En abril de 2008, ocurrió el desprendimiento y caída de un sector de cielorraso en la planta baja de un importante Edificio Industrial. Se trataba de la cara inferior de buena cantidad de bovedillas de hormigón de una losa nervada, a consecuencia de una visible corrosión de sus armaduras. Había que evaluar si el avance de dicho deterioro se encontraba o no, en un punto de inhabilitación estructural de dicha losa. El abordaje del problema, puso en descubierto otras patologías no relacionadas directamente con el desprendimiento, por lo cual se establecieron etapas para la evaluación del problema global, las que, al llevarse a cabo, fueron revelando situaciones diferentes a las supuestas, y problemas también diferentes y de mayor gravedad. A medida que se avanzaba, se reformulaban las acciones a seguir, llegando finalmente a establecerse un Proyecto de recuperación de algunos elementos, y de rehabilitación y refuerzo de otros, dotando a la construcción, de la seguridad adecuada para su funcionamiento. Esta forma ordenada de accionar, y el conocimiento de la forma de trabajo de las estructuras, permitió, pese a la escasa información gráfica disponible, comprender la problemática y encontrar soluciones económicamente viables para el reacondicionamiento estructural del edificio.

Palabras clave: Rehabilitación - Patología - Recuperación - Consolidación – Reconsolidación.

## REHABILITACIÓN DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE HORMIGÓN ARMADO.



Proyecto de Rehabilitación:  
Arq. Ramiro Chaer

Colaboración:  
Arq. Ana Karen Crosa

Dirección de Obra:  
Arq. Ignacio Carrasco  
Arq. Juan Andrés Marín

Constructora:  
Architec S.R.L.

En abril de 2008, a solicitud de los Arqs. Ignacio Carrasco y Juan Andrés Marín, concurrí a inspeccionar el Establecimiento Industrial del título, a raíz del desprendimiento y caída de un importante sector de cielorraso en la zona de cocheras. Un incidente no menor, que fue el hecho concreto que dio inicio a la actuación profesional que expondré, y que nos ocuparía por los siguientes meses. Como verán, se trata de uno de esos casos, en los que sabemos dónde comenzamos, pero no dónde o cuándo terminaremos...

Habida cuenta del visible problema, debíamos recorrer un camino hacia el reacondicionamiento del edificio, para permitirle seguir funcionando en condiciones adecuadas. Habría que, al menos, realizar reparaciones.

Intentaré compartir una forma ordenada de accionar, que nos permitió recorrer ese camino, partiendo de comprender la problemática que se presentaba, para luego encontrar soluciones constructiva y económicamente posibles para dicho reacondicionamiento del edificio.

Pondré énfasis en la necesaria *comprensión de la forma de trabajo de las estructuras*, para poder abordar su rehabilitación.



Se trata de un edificio de 1945, que tuvo una ampliación (sector que nos ocupa) en 1957.

En esa visita al lugar, me dio la impresión de que se trataba de un caso de corrosión de las armaduras dentro de los nervios de la losa nervada, con el consecuente deterioro de los diversos elementos de la misma, llegando a colapsar parcialmente. De ser así,

habría que evaluar si el avance de dicho deterioro estaría en un punto de inhabilitación estructural de la losa.

No obstante esta patología visible y clara, me llamó la atención también y en particular, otra patología aparentemente no relacionada directamente con el desprendimiento: una fisura vertical en un pilar, situado a unos cuantos metros del suceso.



Como primera medida, y ante la situación de detección de lesiones *con riesgo*, se procedió a realizar un *apuntalamiento preventivo*, que nos permitiría posteriormente, analizar la situación, para encontrar las causas, e intentar definir la solución. A estos efectos, se indicaron diversos cateos, en la losa y en el pilar.

A efectos de ordenar la explicación del presente trabajo, lo dividiré según los elementos constructivos involucrados.

### 1) Las Losas

Los antecedentes gráficos documentaban la presencia de lo que veíamos: losas nervadas de hormigón armado. Pero encontramos además, una losa maciza de gran espesor encima de aquella, que no figuraba en los antecedentes, y que resultó ser un refuerzo estructural realizado años antes, del que ni los propietarios tenían recuerdo. Al menos no de que se trataba de una losa encima de la losa original...Indagamos más en esto, pudiendo determinar espesores de entre 25 y 30 cm y armaduras de cuantía importante.

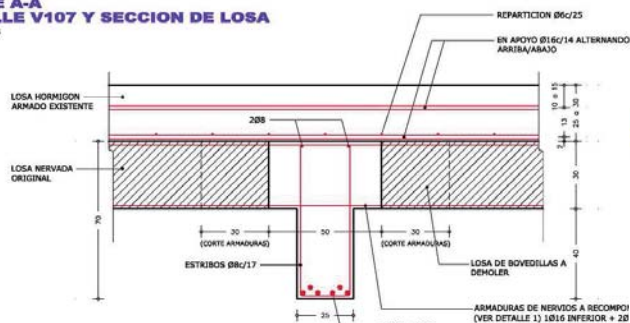


Las verificaciones numéricas mostraron que la losa maciza construida utilizando la existente como encofrado, está capacitada ella sola para resistir los

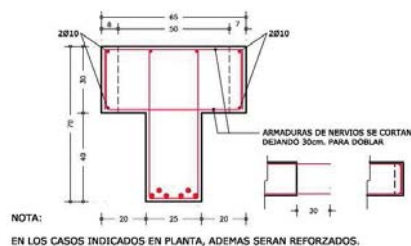
esfuerzos.

Solución propuesta: demoler la losa original, ya excesivamente deteriorada, y mantener la losa maciza, quien empezaría ahora a trabajar realmente, deformando libremente. Esto fue acompañado de la reformulación de sus apoyos sobre las vigas, que ahora tendrían sección "T", aprovechando armaduras de nervios y macizos de compresión.

**CORTE A-A  
DETALLE V107 Y SECCION DE LOSA**  
ESCALA 1/12.5



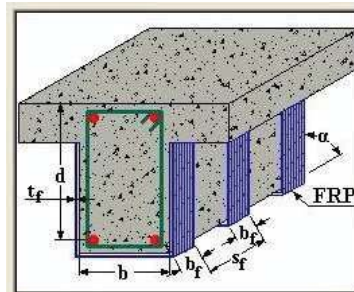
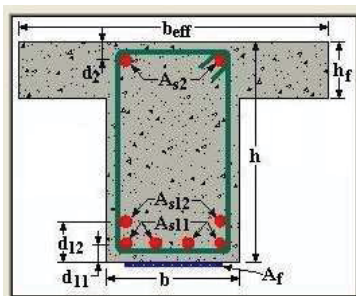
**DETALLE 1  
CRITERIO PARA RECOMPOSICION DE VIGAS**  
ESCALA 1/12.5



## 2) Las Vigas

Las vigas no eran ajenas al problema de corrosión que había afectado a las losas. Hicimos un pormenorizado análisis de cada una de ellas: por un lado se realizó una tipificación de su estado de deterioro actual; por otro lado se estudiaron solicitaciones y se compararon con las armaduras que figuran en las planillas. Finalmente determinamos cuáles estaban en buen estado, cuáles habría que reparar, y cuáles habría que reparar y reforzar (dos cosas diferentes).

Se estableció un procedimiento para la reparación, demarcando y picando el hormigón de las zonas afectadas, tratando y/o reponiendo armaduras, y reconstruyendo finalmente con morteros especiales para tal fin. En los casos en que se necesitó reforzar la capacidad de la viga, se realizó el cálculo y previó el empleo de platinas de fibra de carbono, tanto para flexión como para esfuerzo de corte.



Tomamos esta opción de reforzamiento, por la simplicidad y rapidez de su ejecución, y porque la remanente capacidad resistente de las vigas afectadas lo permitía, ya que, como es sabido, este sistema no sustituye a la armadura, sino que la complementa.

## 3) El Pilar 14

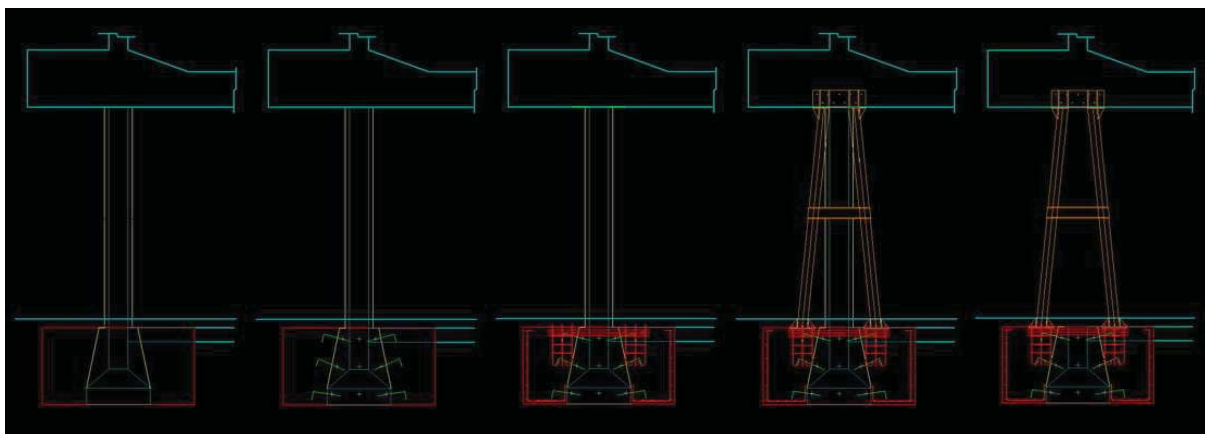
Ese es el número con que figura en las planillas de antecedentes, el pilar que nos llamó la atención por su fisura vertical. Inesperadamente, los cateos revelaron que dicha fisura, era de un *encamisamiento* del pilar original, presumiblemente realizado en la intervención anterior, aquella en la que se construyó la gran losa maciza.

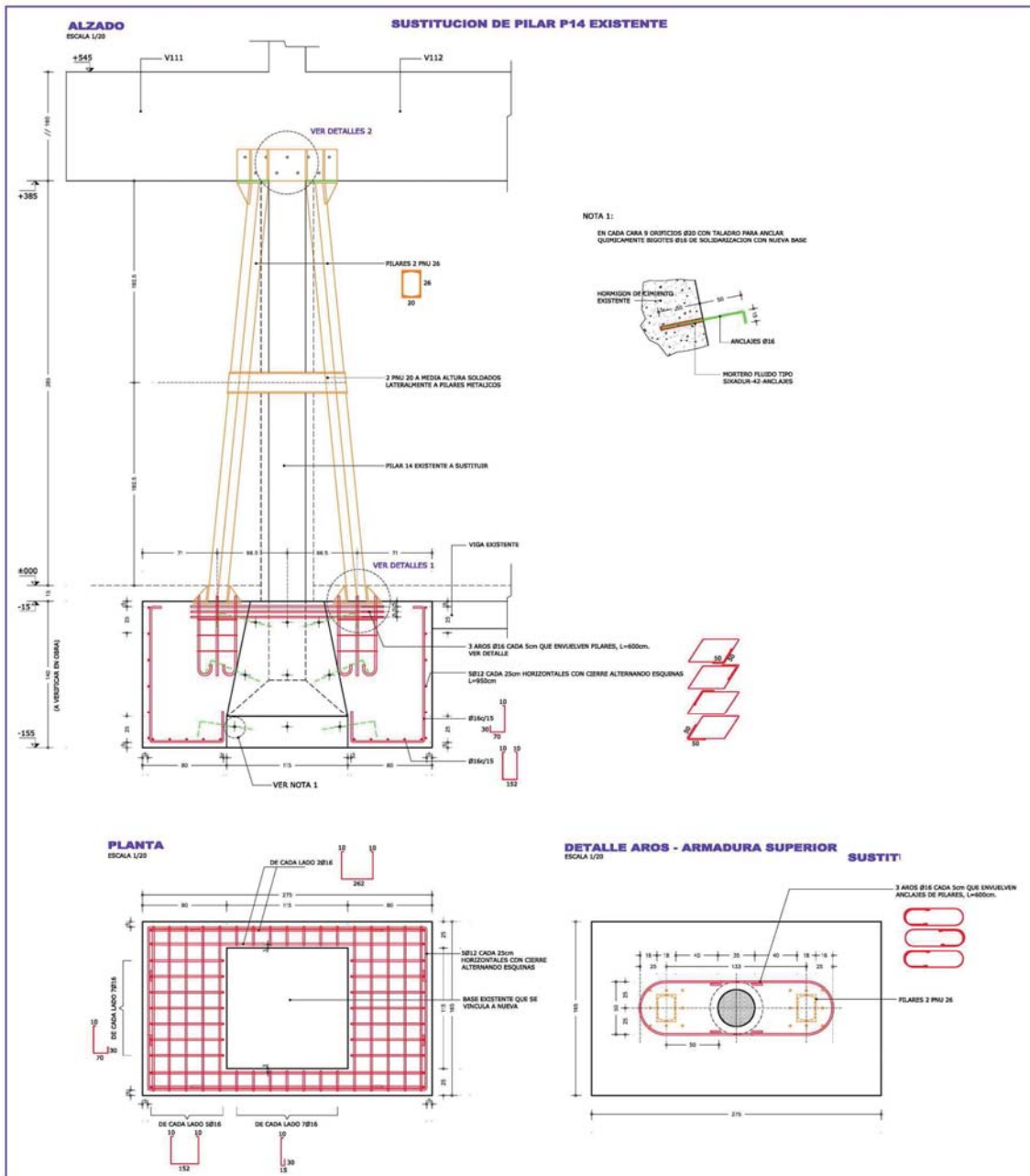


¿Por qué había sido encamisado? Una verificación numérica de los esfuerzos a los que estaba originalmente sometido, y una estimación de su capacidad portante, dada su sección, esbeltez y armadura, mostró una deficiencia en la misma, lo que nos llevó a plantear la siguiente hipótesis: el pilar original falló, con lo que las armaduras quedaron de alguna manera expuestas, iniciándose un proceso de corrosión que el encamisado de por sí no podía frenar, al punto que la rotura del mismo, sobrevino desde “adentro”: efectivamente, los estribos están rotos por tracción. La nueva dimensión del pilar 14 no debía fallar por capacidad portante, de hecho estaba perfectamente bien dimensionadas, pero seguramente las armaduras originales no fueron debidamente tratadas, y el encamisado de refuerzo no pudo contener el esfuerzo expansivo de las armaduras corroídas.

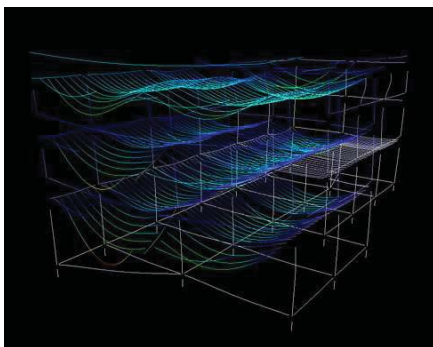
Nos encontramos ante una situación que estimamos de *alto riesgo*, momentáneamente controlado por la ausencia de cargas, establecida por el procedimiento de trabajo, y el apuntalamiento realizado.

Se proyecta entonces, la *sustitución total del pilar 14*, a través de la construcción de 2 pilares metálicos inclinados, que permitirían realizar un procedimiento constructivo seguro. Se definieron las diferentes etapas, que comenzaban con el ensanchamiento del cimiento, para luego colocar los elementos inclinados de desvío de carga, y finalmente demoler el pilar lesionado.





#### 4) Otros elementos involucrados



El Pilar 14 y la losa nervada, fueron los elementos estructurales que resultaron más afectados en este escenario de ampliaciones e intervenciones del pasado. Estudiamos el comportamiento global del edificio, en las diferentes situaciones a las que estuvo expuesto, y con las diferentes situaciones de carga.

Pero debíamos analizar todos los elementos involucrados, y, de alguna manera, también afectados por esta serie de sucesos: se detectaron fisuras y deformaciones excesivas en las vigas relacionadas con pilar 14, lo cual se vinculaba además con el cambio de forma de

trabajo de las losas, ahora macizas, y su consecuente reparto de cargas diferente al de las nervadas. También se verificaron los demás pilares de la zona afectada.

De esta manera, dispusimos encamisamiento para dos pilares, la construcción de otros dos pilares estratégicamente ubicados, uno de ellos dando apoyo intermedio a la gran viga de fachada, de 14 mts. de luz, la que presentaba flecha excesiva. Esto motivó la incorporación de armadura superior en su nuevo apoyo central.

Finalmente y por diversos motivos, decidimos reconstruir un pilar adicional de hormigón armado en la posición original del P14, particularmente por incorporar máxima seguridad a una situación con *demasiados imponderables*.



## Epílogo

El subtítulo que usé (“*epílogo*”), quizás fuera de contexto en un escrito técnico, es a propósito del carácter casi novelesco de algunas instancias de este ejercicio realizado. Porque aquí relatado, quizás pueda dar la imagen de un proceso continuo y planificado, y la realidad es que sí fuimos planificando, pero *paso a paso*, y lo que estaba a nuestro alcance. Definimos etapas lógicas, que se llevaron a cabo y algunas de ellas fueron revelando situaciones diferentes a las supuestas, y problemas también diferentes y de mayor gravedad... A medida que se avanzaba, se debían reformular las acciones a seguir, llegando finalmente a establecerse un *proyecto de recuperación* de algunos elementos, y de *rehabilitación y refuerzo* de otros, dotando a la construcción de la estabilidad y seguridad necesaria para su funcionamiento.

Si tuviera que establecer una *Conclusión* de lo que fue este nuevo proceso de aprendizaje, diría que ante una situación de Patologías Estructurales, sólo una investigación seria y completa, puede ser el punto de partida hacia la real recuperación de la estructura, y que no deben emitirse juicios terminantes a la luz de los primeros síntomas, ya que podrían no estar directamente relacionados con el problema principal.-

