

## EDIFICIO WINDSOR

# Seguridad y eficacia proceso de demolición

*La Torre Windsor de Madrid, construida entre los años 1974 y 1979 fue pasto de las llamas en un voraz incendio ocurrido en febrero del año 2005. Este artículo describe los procedimientos y técnicas empleados para llevar a cabo su ejemplar demolición.*

JOSÉ LUIS CANO MUÑOZ  
JOSÉ ANTONIO GARCÍA MIGUEL  
ORTIZ CONSTRUCCIONES Y PROYECTOS

**E**l pasado mes de febrero se cumplieron dos años del devastador incendio que arrasó uno de los edificios más emblemáticos del centro de negocios de Madrid, el octavo rascacielos en altura de la capital: la Torre Windsor.

Quienes, en esos días posteriores al suceso, pudieron contemplar el estado de ruina en que quedó el edificio, con el desasosiego que producía ver sus estructuras calcinadas y la gran cantidad de escombros que acumulaban varias de sus plantas, supieron que su demolición iba a representar todo un reto, una tarea que el Ayuntamiento de Ma-

dríd encomendó a la empresa Ortiz Construcciones y Proyectos, S.A.

La designación, por parte del Ayuntamiento madrileño, vino dada por el contrato por el cual dicha empresa tiene adjudicada la zona noroeste de la capital. Este contrato, en vigor desde enero de 2003, viene siendo renovado por adjudicación de sucesivos concursos desde julio de 1985. Desde entonces Ortiz ha realizado intervenciones de mayor o menor grado en más de 1.600 edificios de Madrid, ya se trate de apeos, demoliciones, consolidaciones o rehabilitaciones integrales, y también en este periodo se han atendido más de 600 urgencias.

en el



## ENTORNO

La complejidad de esta demolición se vio incrementada por una serie de edificaciones y otros elementos que se encuentran próximos a la torre siniestrada, si no directamente relacionados con ella, como

los edificios de tres alturas en torno a la torre que actualmente son ocupados por El Corte Inglés y cuatro plantas de garaje bajo rasante.

El entorno urbano que podría verse afectado por el proceso de demolición de la Torre Windsor estaba compuesto, básicamente, por:

- Edificios colindantes: El Corte Inglés, Estrella y Bronce.
- Los viales: calles de Raimundo Fernández Villaverde, Agustín de Betancourt y Orense, dos plantas subterráneas de viales del complejo AZCA y determinadas zonas peatonales del citado complejo.

Asimismo, afectaba a las líneas 6, 8 y 10 del Metro de Madrid, a la estación de cercanías de RENFE y a diez líneas de autobús.

## ANÁLISIS PRELIMINAR

Desde el momento en que se tuvo conocimiento del encargo de ejecutar la demolición se plantearon dos líneas de trabajo: desde la oficina técnica se realizó la investigación necesaria para tener el mayor conocimiento posible del edificio, fundamentalmente para conocer su estado después del incendio. Posteriormente se desarrolló un modelo matemático de la estructura, en su estado inicial y después del incendio; modelo que, por otra parte, permitiría analizar la estructura durante el proceso de demolición.

La estructura del edificio estaba formada por un gran núcleo central de escaleras y ascensores, compuesto por pantallas de hormigón armado. Su misión fundamental era garantizar la estabilidad transversal del edificio, con bajada de cargas hasta la cimentación.

**EL ANÁLISIS PREVIO DE LA ESTRUCTURA CONSTATÓ QUE LOS ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO DEL EDIFICIO TENÍAN UNA SEGURIDAD ACEPTABLE PARA LA DEMOLICIÓN, AUNQUE EL FORJADO RETICULAR NO ERA FIABLE**



Perimetralmente, la estructura era de pilares metálicos que transmitían las cargas directamente a las plantas técnicas I y II. Completando los elementos estructurales anteriores, existían, en el interior, pórticos de pilares de hormigón y vigas mixtas que llegaban hasta cimentación. El forjado que se apoyaba en todos los elementos anteriores era reticular aligerado con bovedilla cerámica.

Cuando se produjo el incendio, el edificio estaba siendo sometido

a diversos trabajos para adecuarlo a la normativa de incendios (protección de estructura metálica y mixta, escalera de emergencia, protecciones activas y compartimentos). En ese momento, la actuación sobre la estructura metálica había alcanzado la protección de todas las plantas del primer núcleo de oficinas, desde la planta 4ª a la 16ª, exceptuando la 9ª.

Para el análisis del comportamiento de la estructura ante el fuego y bajo la óptica del Eurocódigo y EHE se es-

timó que si el incendio hubiera tenido una duración por planta de 24 minutos, la situación hubiera estado dentro de unos parámetros favorables, mientras que si la exposición a las llamas hubiera sido de 48 minutos o más, el estado estructural hubiera sido desfavorable, considerando una exposición al fuego de los elementos estructurales equivalente a 4 plantas (favorable 96 minutos / desfavorable 192 minutos).

Del análisis previo de la estructura se dedujo que los elementos de hormigón armado (núcleo central, pilares, ábacos y plantas técnicas) contaban con coeficientes de seguridad aceptables para los trabajos de demolición, mientras que el forjado reticular no era fiable, ya que los nervios formaban una estructura de alambres, colgada de los ábacos.

Por otro lado, se detectaron los siguientes puntos conflictivos:

- Los paños del forjado que se hallaban colgados perimetralmente.
- Las vigas de la planta técnica II tenían acumulación de cargas de escombros y presentaban roturas.
- Se localizaron roturas de placas de anclaje de las vigas mixtas con pérdida de transmisión del cortante.
- Los pilares metálicos de la planta 9ª tenían deformaciones excesivas.
- La conexión de forjados a núcleos de ascensores y escaleras era escasa y estaba muy dañada.

● Por último, los forjados terminaron apoyados sobre la nueva escalera de emergencia diseñada a su vez para estar apoyada en el edificio.

Así las cosas, cualquier fallo en alguno de los puntos conflictivos podría dar lugar a que se produjeran hundimientos generalizados.

En paralelo a lo anteriormente descrito, el departamento de demoliciones de Ortiz Construcciones y Proyectos, S.A. realizó una inspección exhaustiva del edificio para tener un conocimiento real del mismo y contrastar la teoría anteriormente expuesta. La conclusión final a la que se llegó fue que la estabilidad general del edificio (vuelco) estaba garantizada, existiendo, sin embargo, un riesgo importante de que se produjesen hundimientos locales o generalizados.

Como consecuencia de estas conclusiones, se analizaron y valoraron varios procedimientos de demolición. De todos ellos se descartaron los siguientes:

**Voladura.** Se desechó por los problemas de entorno, plantas inferiores no afectadas por el incendio y tipología estructural que obligaba a entrar en el edificio para realizar trabajos de cortes selectivos en la estructura.

**Tradicional con apeos.** Se desechó inmediatamente por el gran número de puntales a colocar de forma manual, que obligaba a una limpieza previa de las plantas, con el altísimo riesgo de accidentes por hundimientos puntuales o generalizados que ello conllevaba.



DE LA INSPECCIÓN EXHAUSTIVA DEL EDIFICIO SE CONCLUYÓ QUE SU ESTABILIDAD GENERAL ESTABA GARANTIZADA, AUNQUE EXISTÍAN RIESGOS DE HUNDIMIENTOS LOCALES O GENERALES

**Demolidores aéreos.** Como solución generalizada no se vio adecuada (caída de escombros desde gran altura y poco rendimiento, aunque se seleccionó como utilización puntual).

**Desmontaje por troceado.** La solución que se propuso a las autoridades municipales como más adecuada fue la de desmontaje por troceado desde el exterior. Se consideró que era la opción más rápida, segura y eficaz, porque no planteaba ningun-

no de los problemas de las anteriores, reducía al mínimo los riesgos personales al actuar siempre desde fuera, se podía calcular el peso de cada elemento a evacuar y permitía el solape de las actividades de desmontaje con las de fragmentación de los elementos retirados. Más que un trabajo de demolición, lo podríamos entender como un trabajo de deconstrucción (trocear la estructura e ir retirando los trozos).

ANTES DE INICIAR  
LOS TRABAJOS  
PROPIOS DE  
DEMOLICIÓN, SE  
DESMONTÓ LA GRUA  
TORRE DE LA  
CUBIERTA



## TRABAJOS PREVIOS

Antes de acometer las operaciones anteriormente descritas se realizaron varias acciones preparatorias del terreno para redoblar, si cabe, la seguridad en los trabajos, tanto de los propios trabajadores como de zonas y actividad contiguas.

### Delimitación de la zona de trabajo

Los primeros objetivos afrontados a partir del 13 de febrero, una vez sofocado el fuego en el edificio, fueron la delimitación de la zona de influencia y su protección mediante vallados.

### Protocolos de seguridad y salud

A continuación, o casi paralelamente, se iniciaron los procedimientos vigentes en materia de seguridad. No se pudo realizar un plan de seguridad porque éste viene legalmente precedido de un estudio de seguridad resultante de un proyecto de ejecución que, en este caso, no existía. Como consecuencia de ello, y después de diversas reuniones con el Instituto Regional de Seguridad, se acordó elaborar un documento de evaluación de riesgos (superior en extensión a un plan normal de seguridad) manteniendo la presencia per-

manente de un coordinador de seguridad, un técnico de seguridad de la empresa y visitas periódicas (más de una semanal) por técnicos del Instituto y de Inspectores de Trabajo.

Debido a la singularidad de los trabajos, había muchos de ellos no descritos en los procedimientos normales dentro del ámbito de la construcción; para resolver esta circunstancia hubo que elaborar 14 protocolos de emergencia. Es de destacar la ejecución de cortes y estrobados de piezas desde una barquilla autohomologada, debido a que la reglamentación vigente prohíbe expresamente este tipo de trabajos (los trabajos des-

de maquinaria suspendida de grúas o apoyada en plataformas estructurales sobre puntos sólidos de la estructura existente).

Como ya hemos apuntado, paralelamente se procedió a proteger los edificios colindantes, a seleccionar los medios de elevación y a realizar los apeos necesarios en las zonas de los túneles de AZCA, para permitir el desplazamiento e implantación de las grúas.

En este punto es preciso resaltar que los esfuerzos realizados se vieron recompensados por el alto grado de seguridad alcanzado durante todo el proceso, de forma que este trabajo resultó posteriormente galardonado con el primer premio de Arquitectura Técnica a la Seguridad de la Construcción.

## PROCESO DE DEMOLICIÓN

Para realizar la demolición se seleccionaron las siguientes herramientas existentes en el mercado:

- Corte mediante agua a presión
- Motosierra de disco y espadín
- Oxicorte
- Lanza térmica

**LA DEMOLICIÓN PROPUESTA FUE EL DESMONTAJE POR TROCEADO DESDE EL EXTERIOR**

- Robot Brock
- Cizallas pulpos y demolidores aéreos

Además, hubo que diseñar elementos de enganche, celosías paralizado de grandes piezas planas, lanzas de oxicorte especiales y dos barquillas autohomologadas que permitieran el trabajo desde el exterior.

Antes de iniciar los trabajos propios de demolición se procedió al desmontaje de la grúa-torre existente en la cubierta del edificio. A partir de ese momento se iniciaron los trabajos propios de demolición, en el siguiente orden:

### Corte y evacuación de elementos suspendidos

Estos elementos suspendidos de forma precaria eran paños de

forjado (restos de la estructura metálica y restos de la estructura de hormigón).

Los forjados se cortaban mediante agua a presión, quedando suspendidos de las armaduras. Una vez colgada la pieza de la grúa de carga, se cortaban con oxicorte las armaduras y se evacuaba la pieza.

En los casos de estructura metálica, se enganchaba desde un punto sólido y con suficientes garantías para que fuera autoportante y se cortaba la pieza mediante oxicorte.

De forma similar se evacuaron grandes elementos estructurales acumulados sobre la planta técnica II.

### Demolición plantas 29ª a 17ª

Aunque existen tres elementos estructurales claramente diferenciados: forjados, pórticos y pantallas, la



**EN ALGUNOS CASOS SE  
LLEGARON A EVACUAR  
FRACCIONES DE VIGA DE  
HASTA 70 TONELADAS**

## Planta técnica II:

El primer problema que se presentó fue la ingente acumulación de escombros en toda la planta, pues aunque se habían retirado los elementos más relevantes, no debemos olvidar que se habían ido acumulando grandes cantidades de escombros producidos por hundimientos parciales en las caras este y oeste, calculándose un peso del volumen de escombros de 2.800 toneladas.

Para retirar ese escombro se decidió retirar los elementos más visibles con el sistema de estrobado y corte con las distintas herramientas mencionadas.

Para diversos elementos suspendidos y descolgados en todo el perímetro y que no podían ser enganchados y cortados con suficientes medidas de seguridad, se optó por subir un demolidor sobre un brazo articulado, suspendido de la grúa mediante un bastidor.

Para el resto del escombro acumulado, se utilizaron cuatro robots equipados con cuchara cargadora evacuando el escombro mediante contenedores.

En la zona del núcleo central se diseñaron plataformas estructurales ancladas a puntos rígidos de la estructura del núcleo, con el fin de ubicar una retroexcavadora con un peso de 36 toneladas que agilizase las cargas de los contenedores.

descripción general del procedimiento fue como a continuación se describe.

Se acometieron diferentes operaciones como: limpieza de planta, replanteo de los cortes a realizar y ejecución de los orificios para enganchar los útiles de cuelgue y proceso de rotura del hormigón que delimita la pieza mediante robot, quedando ésta suspendida de las armaduras.

Se introdujeron los útiles de izado y se tensaron con una carga aproximada del 70%.

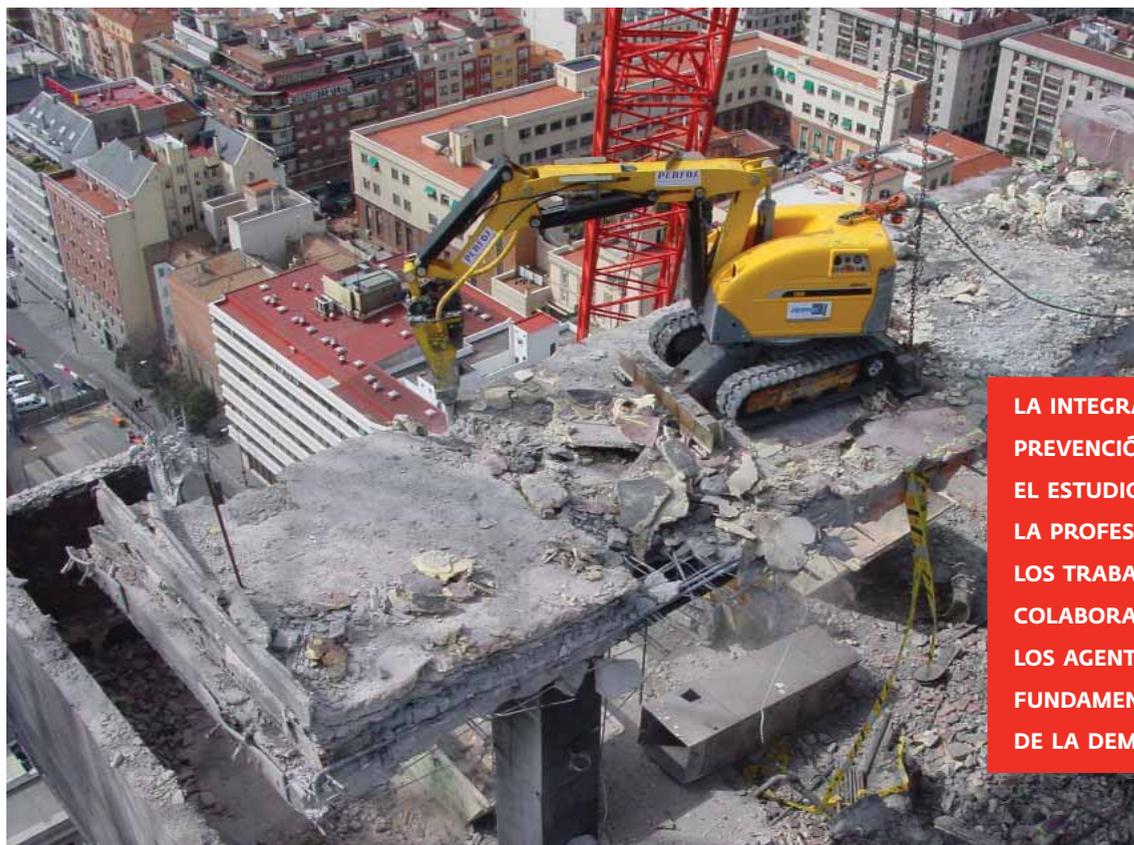
En un proceso interactivo, se fueron cortando con oxicorte las armaduras de forma ordenada, incrementando la carga de la grúa, de forma tal que cuando se producía el corte de la última armadura, la pieza quedaba en equilibrio.

Por último, la grúa realizaba la operación de izado y evacuación.

Las distintas piezas del edificio se iban acumulando en un recinto preparado al efecto con objeto de que cada noche, se trocearan en tierra mediante máquinas retroexcavadoras equipadas con martillo neumático y fueran cargadas en camión que transportaba los residuos a las plantas de reciclaje.

Es importante reseñar que las maniobras realizadas en altura estaban siempre fuera de la visión directa de los operarios de las grúas, por lo que éstos debían realizar en todo momento las maniobras siguiendo al pie de la letra las instrucciones recibidas, por radio, de los encargados o jefes de maniobra, quienes dirigían la operación con plena confianza.

Con este proceso, se retiraron las plantas desde la 29ª a la 17ª, finalizando en la primera semana de mayo, menos de tres meses después del incendio.



**LA INTEGRACIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS, EL ESTUDIO TÉCNICO, LA PROFESIONALIDAD DE LOS TRABAJOS Y LA COLABORACIÓN ENTRE LOS AGENTES IMPLICADOS, FUNDAMENTOS DEL ÉXITO DE LA DEMOLICIÓN**

Una vez descubierta la losa se procedió al desmontaje, con sumo cuidado, del mismo modo que los elementos de forjado descritos anteriormente.

Especial atención merecieron las calderas, depósitos, compresores y maquinaria en general encontrados bajo la losa de la planta técnica y que fueron troceados mediante oxiacortas y lanzas térmicas para su evacuación.

Para el caso de las vigas, se procedió del mismo modo que el descrito en las pantallas pero con la dificultad añadida de su peso. En algunos casos, se llegaron a evacuar fracciones de viga de hasta 70 toneladas de peso.

Se dieron por concluidas las labores en la planta técnica II en la segunda semana de junio.

#### **Plantas 16ª a 4ª:**

El proceso operativo resultó ser análogo al de las plantas superiores, con la dificultad añadida del aumento de sección de las estructuras, y el hecho de que la planta estaba completa (pilares perimetrales, cerramientos, acristalamientos, etc.)

A pesar de estas dificultades el proceso se pudo desarrollar a mayor velocidad, gracias fundamentalmente a las celosías de carga diseñadas para el caso.

Se llegó a la planta técnica I, en la primera semana de agosto, dando por concluido el proceso de demolición en un tiempo inferior a seis meses.

Cabe destacar que algunos de los elementos singulares que precisaron un procedimiento específico de demolición fueron, entre otros, las

escaleras de incendios, ascensores y planta 9ª. Así mismo que, además de los hundimientos locales ocurridos se produjo uno generalizado de 32 m² de superficie en planta y extensivo desde la 16ª a la 4ª planta.

Estamos pues, ante un ejemplo de cómo la integración en la prevención de riesgos, el estudio técnico en la fase inicial de la ejecución de las obras, la profesionalidad de los trabajos y la colaboración de todos los agentes implicados supuso la base fundamental para solucionar con éxito la demolición del edificio de mayor altura afectado por un incendio en la ciudad de Madrid. ■