

Teatro del Canal

Centro de las Artes Escénicas de la Comunidad de Madrid

Teatro del Canal. Madrid Centre for the Performing Arts

Alfredo Hernández Ayuso. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Dragados. teatrodelcanal@yahoo.es

Álvaro Serrano Corral. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

MC2 Estudio de Ingeniería. mc2@mc2.es

Antonio Tabera Atienza. Arquitecto

atabera@dragados.es

Resumen: Madrid hasta la actualidad, no contaba con ningún espacio moderno y funcional para acoger la actividad teatral propia de su posición, teniendo que acudir en la mayoría de las ocasiones a teatros de origen decimonónico, que por sus raíces, poseen una gran belleza artística, pero que no cuentan con la comodidad, funcionalidad, visibilidad, acústica, ni situación adecuada para las más exigentes producciones teatrales actuales y futuras.

Para solucionar esta carencia y buscando un espacio cómodo, moderno y funcional, en junio del año 2000 la Comunidad de Madrid, con el patrocinio del Canal de Isabel II, convocó un concurso restringido para el proyecto del Centro de Artes Escénicas de la Comunidad, Teatro del Canal, del que resultó ganadora, por unanimidad, la propuesta del arquitecto Juan Navarro Baldeweg. Esta estructura se compone de tres edificios: dos teatros y un centro coreográfico con estructuras de hormigón armado y pretensado, metálicas y mixtas.

En el año 2002, las obras fueron adjudicadas a la UTE formada por las empresas Dragados (entonces ACS) y OHL.

Palabras Clave: Teatro, Hormigón pretensado, Pantallas, Estructura colgada, Postproceso

Abstract: Madrid has for many years lacked a modern and functional centre for the performing arts worthy of the name and in the majority of occasions the city has had to resort to nineteenth century theatres of great architectural merit but offering little in the way of comfort, functionality, visibility and acoustics or even location for the more demanding theatre productions of the present and future.

In order to overcome this shortfall and obtain a comfortable, modern and functional centre, the Comunidad de Madrid (Madrid Regional Council), put out to restricted tender in June 2000 a project for the Teatro de Canal (Canal Theatre) Centre for the Performing Arts. The successful tender by unanimous vote was the project presented by the architect Juan Navarro Baldeweg. This structure is composed of three areas: two theatres and a coreographic centre with reinforced concrete, prestressed concrete, steel and composite structures.

Keywords: Theatre, Prestressed concrete, Shear walls, Suspended structure, Postprocessing

1. Descripción general

Situado en un solar de 8.750 m², el edificio se compone de tres piezas bien diferenciadas funcionalmente por el objeto de su uso, y arquitectónicamente por los volúmenes que generan y los espacios intermedios que determinan. La superficie construida es de 35.200 m² de los que 29.400 m² son útiles.

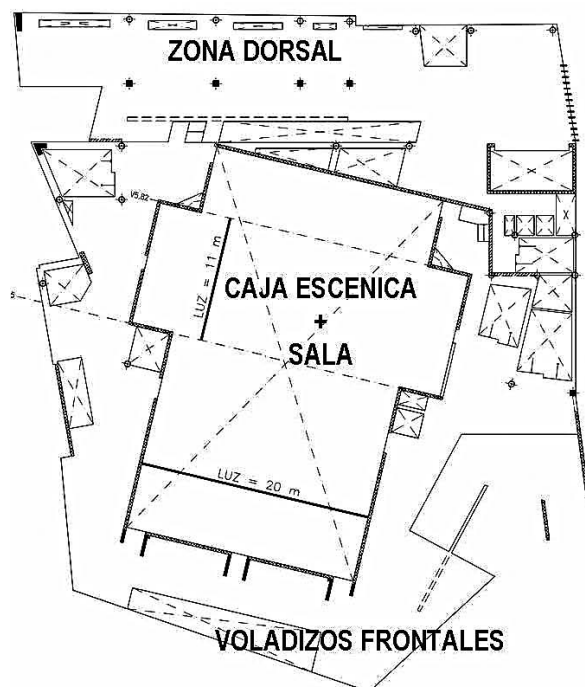
El Teatro Principal constituye la pieza central del edificio. Consiste en una sala para 928 espectadores situados

en dos niveles, con un escenario de 40 m de ancho y 20 m de fondo de escena. El foso de orquesta, usualmente cerrado, dispone de una plataforma móvil que permite, en caso necesario, emplear a una orquesta de hasta 83 músicos. Sobre esta sala principal, el teatro cuenta con una amplia zona de ensayos de 28 x 25 m² completamente diáfana.

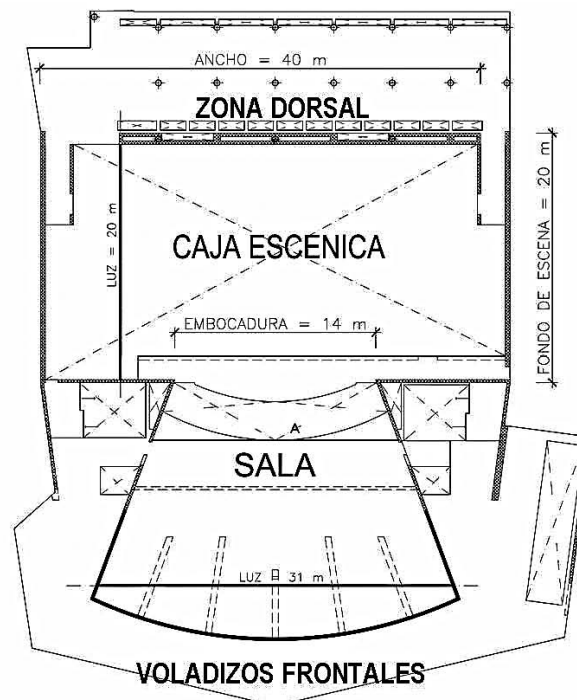
Complementariamente, se ha construido una segunda sala de carácter polivalente, libremente configurable en función del espectáculo que se represente en cada

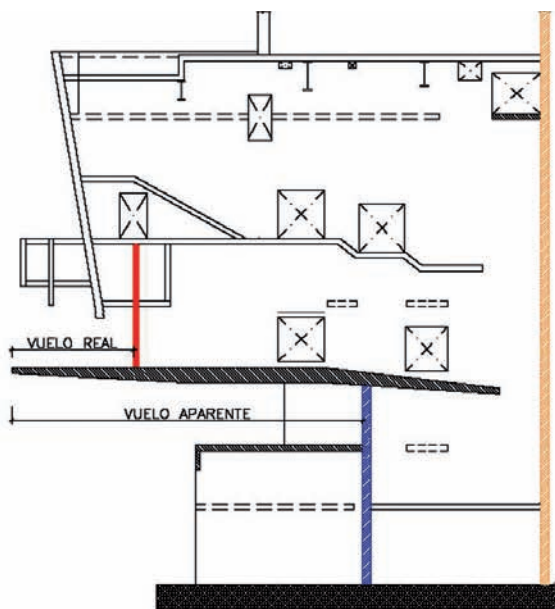


Fig. 1. Imagen de los edificios: Teatro Configurable, Teatro Principal y Centro Coreográfico (de izquierda a derecha).



Figs. 2. Plantas esquemáticas de los Teatros Configurable (izqda) y Principal (dcha).





momento. Dispone de techo y suelo técnicos, que permiten situar el escenario en el centro de la sala o en posición frontal y distribuir a los espectadores en la forma que más convenga al espectáculo mediante el uso de gradas telescópicas. Su aforo puede variar entre 450 y 694 personas.

La tercera componente del edificio consiste en un Centro Coreográfico, dedicado al desarrollo y promoción de la danza como expresión artística, con salas de baile, aulas, estudios, camerinos, salas de entrenamiento, una unidad de documentación y una oficina para la promoción y difusión de la danza.

Estas tres zonas están unidas en su parte dorsal por una zona común de servicios, que permite la utilización de las salas de forma individual o conjunta.

Exteriormente el edificio está rodeado por una piel de cristal colgada de las zonas superiores de la construcción. Igualmente, la zona dorsal de servicios cuenta con un lucernario que proporciona luz natural a dicha zona y da una mayor dignidad a estos espacios interiores alejados del público.

2. Tipología y descripción estructural

Por su tipología estructural se puede separar la parte correspondiente a los teatros y la correspondiente al Centro Coreográfico.

Ambos teatros se han diseñado con una solución estructural común consistente en grandes pantallas y losas macizas de hormigón armado en general, y pretensado en los grandes voladizos del frente del edificio. La estructura se completa con pilares de hormigón armado (en las



Fig. 3. Esquema e imagen de la estructura colgada del Teatro Principal.

plantas inferiores), metálicos (en las superiores), y vigas, celosías y entramados mixtos autoportantes que permiten cubrir los grandes espacios de las cajas escénicas y las salas sin necesidad de apeos durante su construcción, que se realizan a gran altura; así mismo de ellos cuelga toda la maquinaria escénica de los teatros.

Los edificios, a nivel de calle pretenden ser una prolongación del espacio público exterior, por lo que, a la transparencia de su piel de cristal, se une la necesidad de una completa ausencia de soportes en la zona frontal de ese nivel (cotas -1.00 y +1.00), estando la entrada a las salas unos 6 metros por encima de la calle (cota +6.00), facilitándose el acceso mediante escaleras mecánicas.

2.1. Teatro Principal

En el teatro principal, lo anterior implica que el conjunto de pantallas verticales de hormigón que salen de las que forman la caja escénica tienen menor longitud en el nivel inferior que en los superiores, dando una configuración general en forma de "pescante" o "en bandera", y esto lleva a que, estructuralmente, tanto el patio de butacas, el anfiteatro y las zonas exteriores de entrada a la sala surgen hacia fuera como grandes voladizos y están colgadas de la parte trasera de las pantallas, que a su vez, están unidas y estabilizadas por las pantallas que sirven de cierre a la caja escénica.

La entrada a la sala consiste en una gran losa pretendida con 18.20 m en voladizo aparente, observable desde la planta inferior, lo que unido su acabado previsto, con zonas en hormigón visto, da a esta estancia una espectacularidad singular. Sin embargo, dado que esta lo-



Fig. 4. Vista inferior de la gran losa volada del Teatro Principal.

sa está colgada de la estructura superior del teatro, el voladizo de la losa del forjado es de únicamente 6.00 m.

La grada superior en anfiteatro se resuelve estructuralmente como una gran viga de sección cajón, en la que el ala superior, que corresponde a la zona donde se sitúa el público, se inclina hasta converger con el ala inferior horizontal, que es el techo de la zona trasera del patio de butacas, permitiendo dejar libre toda la zona inferior, salvando una luz de 34 m y apoyándose en las pantallas laterales, de las que cuelga la losa mencionada anteriormente.

Las pantallas principales están pretensadas puntualmente, debido a las fuertes tracciones que provocan las zonas colgadas frontales.

Sobre la zona de público del teatro principal, se sitúa una sala de ensayos que está soportada por vigas armadas mixtas, a construir a gran altura sin apeos, de luz variable hasta un máximo de 31 m, y de las que cuelgan las pasarelas de acceso a las instalaciones situadas en el techo de la sala.

En la parte superior del edificio, recorriendo todo su perímetro, se dispone una viga balcón de hormi-

gón o metálica, según las zonas, que sirve de cierre formal del frente del edificio, y de la que cuelga la fachada de cristal apoyada en grandes perfiles metálicos. Esta fachada de cristal en algunos casos se separa del cuerpo del edificio, y cuelga desde una serie de costillas metálicas en voladizo de hasta 5 m, que surgen de la viga perimetral nombrada anteriormente.

Finalmente, el edificio se cubre mediante un sistema de vigas mixtas con losa maciza superior en la zona de la sala de ensayos, y una celosía mixta en la zona de la caja escénica, que además soporta el peine escénico y toda su maquinaria. Ambas son autoportantes y se construyen sin necesidad de apeos.

2.2. Teatro Configurable

El Teatro Configurable comparte tipología y concepto estructural con el Principal, pero se diferencia del anterior en que el público se sitúa dentro del recinto correspondiente a la caja escénica, que tiene forma de cruz latina. Esto no evita que una parte de



Fig. 5. Vista inferior del sistema estructural que conforma el anfiteatro.



Fig. 6. Celosías mixtas de cubierta. Anclajes de pretensado de pantallas.

esta caja cuelgue “en bandera” de la parte dorsal de la misma, dejando libre el espacio inferior, como en el Teatro Principal.

Otra peculiaridad del Teatro Configurable son los importantes voladizos de complicada geometría, que salen de la caja escénica, alcanzando en algún caso hasta 15 m. Estos voladizos se han resuelto mediante losas macizas pretensadas de canto variable. La configuración geométrica de estos voladizos con un trabajo de flexión marcadamente bidireccional, pero en el que no predomina ninguna dirección principal de forma constante en toda la losa, impide que se puedan realizar aligeramientos eficaces para todas las hipótesis de carga, que hubieran resultado muy beneficiosos por la reducción de peso que implican.

Los cierres superiores de la caja escénica se realizan, al igual que en el Teatro Principal, con vigas y entramados de tipo mixto, que soportan la cubierta y una zona de instalaciones. De la misma manera las vigas balcón que soportaban la fachada de cristal en el teatro principal, se continúan en esta parte del edificio.

2.3. Centro Coreográfico y Zona Dorsal

El Centro Coreográfico tiene unas necesidades funcionales muy diferentes a las de los teatros, lo que se refleja en su tipología estructural, que en este caso es de soportes, pórticos y losas, de hormigón en las plantas inferiores, bajo rasante; y metálicos o mixtos en las plantas superiores. Aparentemente es de tipología más convencional, pero igualmente complicada por las características geométricas de esta parte del edificio, con numerosos cambios de nivel, dobles alturas, diferentes espesores de pavimentos y la gran cantidad de instalaciones que soporta. Las acciones horizontales se recogen mediante pantallas y núcleos de ascensores, considerando los forjados como diafragmas rígidos.

Destacan en el edificio las aulas y salas dedicadas a la danza que se caracterizan por ser espacios de doble altura y gran amplitud, sin soportes intermedios.

Otro punto a destacar es la gran rampa de carácter escultórico que surge doblemente en voladizo hacia la plaza creada entre el Centro Coreográfico y el Teatro Principal. Doblemente en voladizo, porque se sostiene en

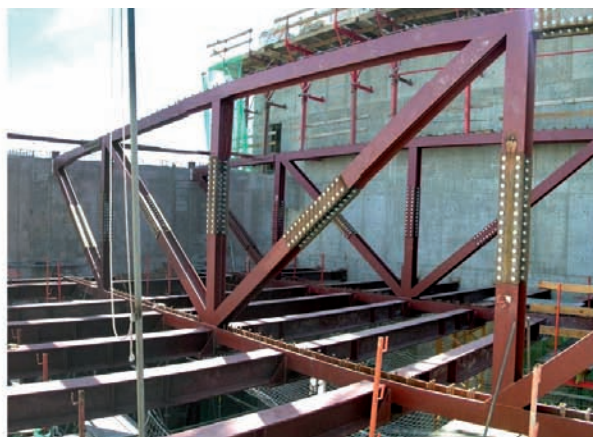
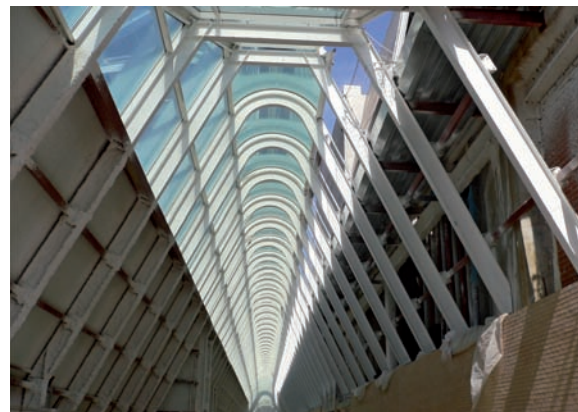


Fig. 7. Interior de la caja escénica del Teatro Configurable. Estructuras mixtas.

Fig. 8. Rampa volada del Centro Coreográfico y lucernario de la zona dorsal.



el aire mediante vigas en ménsula de 4.50 m que salen desde los pórticos principales del Centro Coreográfico, y a su vez los tramos de rampa están también volados con respecto a la parte central, de forma que la rampa queda completamente exenta. Esta rampa se puede ver aparentemente suspendida en el aire desde el exterior del edificio a través de la fachada acristalada transparente que se ha dispuesto en las plazas que se crean entre las tres piezas del edificio, y que están colgadas mediante costillas metálicas de su parte superior.

La zona dorsal de los teatros, que sirve de comunicación entre las tres piezas del edificio se resuelve con estructura de soportes de hormigón en las plantas inferiores y metálicos en plantas superiores, y losas macizas de hormigón armado. Finalmente la zona dorsal se cubre con un gran lucernario acristalado con un esqueleto metálico.

Las escaleras y rampas de los edificios son de hormigón con revestimientos en granito y madera o bien metálicas ligeras en función del uso que se les vaya a dar.

2.4. Cimentación y subestructura

La presencia en los límites del solar de edificios de viviendas, unido a la necesidad de construir sótanos, obligaba a realizar una excavación por debajo de las cimentaciones de los edificios colindantes, lo que llevó a construir una pantalla de contención realizada con pilotes de diámetro 800 mm, con separaciones y longitudes variables, dependiendo de la zona que se tratara.

La cimentación es de tipo superficial, consistente en grandes losas de hormigón, de formas complejas, en las que se apoyan las pantallas verticales; y en zapatas para los pilares y pantallas exentas menores. Su canto es de 1.30 m para el Teatro Principal y de 1.30 ó 1.60, según zonas, en el Teatro Configurable. La cota de cimentación varía según zonas, la más profunda a la cota -6.50, en las zonas dorsales, donde se aceptaban tensiones medias de hasta 0.45 N/mm² y la más superficial, en la cota -3.00,

donde la tensión admisible considerada es de 0.30 N/mm².

3. Aspectos de proyecto y cálculo estructural

El planteamiento del proyecto de una estructura tan singular como la de los teatros, exigía igualmente, una metodología también singular. La compleja configuración geométrica y arquitectónica, unida al carácter evolutivo de la estructura, las servidumbres funcionales que se le imponían y las complejas interacciones estructurales entre elementos, invalidaban una buena parte de los métodos de trabajo y de cálculo aplicados en edificios más convencionales.

Entre cada una de las partes del conjunto se dispuso una junta de dilatación, para minimizar los efectos de las acciones térmicas e higrométricas; esto, además, permitía abordar el cálculo de cada uno de los edificios por separado. Se decidió representar la estructura de cada uno de los teatros con sendos modelos de elementos finitos que representaban las pantallas, losas, pilares y vigas y entramados metálicos que componían cada edificio. Esto permitía aplicarle directamente las distintas hipótesis de carga adoptadas, y además, tenía la ventaja de que el modelo se podía segregar fácilmente en partes para hacer el estudio del proceso constructivo. En dicho modelo se incluyó la cimentación para tener en cuenta la interacción de la estructura con el terreno.

A partir de los resultados de esfuerzos en los elementos se realizó la envolvente de cálculo y de servicio de las estructuras. Con esta envolvente se realizó un postproceso automático tanto numérico como gráfico, que permitía obtener directamente las armaduras necesarias en las losas y pantallas teniendo en cuenta las interacciones entre esfuerzos de flexión y torsión, y de axil y rasante. De la misma forma se dimensionaron los pilares y vigas convencionales. De ciertas zonas singulares de la estructura, como pueden ser las principales losas en voladizo de los teatros,

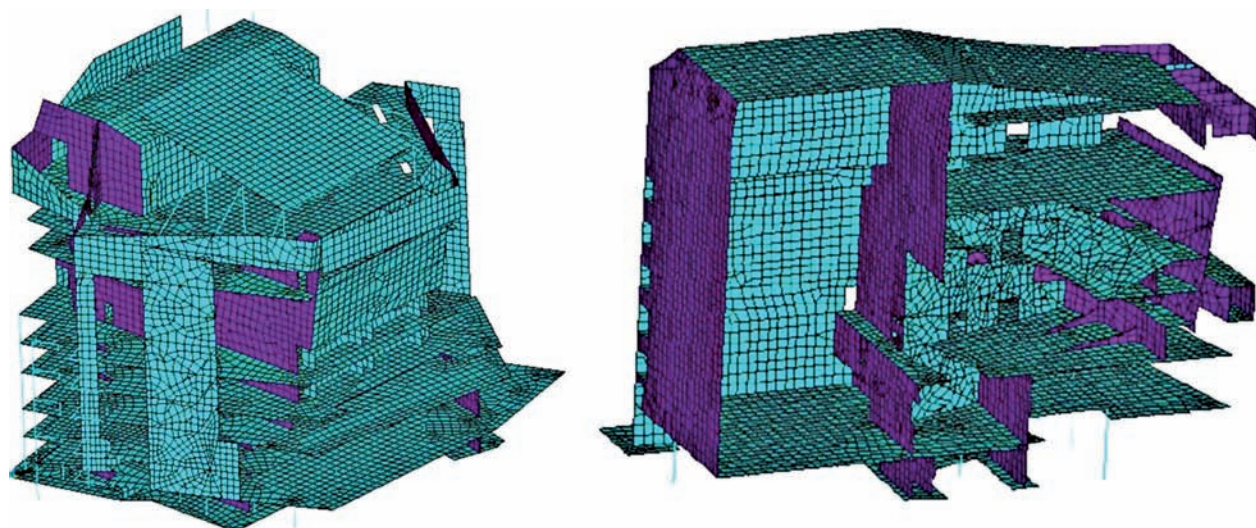


Fig. 9. Modelos de elementos finitos del Teatro configurable (izqda) y Principal (dcha).

se realizaron también, modelos locales más detallados, para comprobar la bondad de los resultados del modelo general, que resultó ser extraordinaria.

Las vigas, celosías y entramados mixtos de las zonas altas de los teatros, de carácter evolutivo, se calcularon mediante modelos locales, cuyos resultados se contrastaron con los obtenidos en los modelos generales.

4. Proceso constructivo

La estructura de los teatros presenta un gran interés constructivo, se encuentra fuertemente condicionada por su estrecha relación con una arquitectura de geometría compleja y por la interacción entre los diferentes elementos resistentes (pantallas, vigas peraltadas, losas).

Aunque los Teatros Principal y Configurable ofrecen una funcionalidad marcadamente diferente, ambas piezas presentan grandes coincidencias y similitudes en su organización estructural, en los dos pueden diferenciarse: la caja escénica, el cuerpo frontal y el cuerpo dorsal.

Las cajas escénicas son los cuerpos de mayor altura, están caracterizados por la verticalidad de las pantallas que configuran su volumen y por encontrarse prácticamente huecos en su interior. Los cuerpos frontales están constituidos por pantallas y losas de geometría variable en cada una de las plantas que, a medida que van ganando altura, incrementan su vuelo sobre los niveles inferiores, dando lugar a unos elementos volados con marcada diafanidad en el nivel de acceso. Los cuerpos dorsales tienen una organización más convencional aunque no les faltan determinados elementos estructurales de cierto interés constructivo.

El proceso de constructivo de los teatros ha estado condicionado por la exigencia del proyecto de estructura

de realizar la construcción de las zonas voladas de los teatros, únicamente cuando se hubieran completado las zonas dorsales, dos niveles por encima, de forma que dichos vuelos quedaran debidamente compensados.

4.1. Cajas escénicas

Partiendo del anterior condicionante y de una geometría verticalmente homogénea se decidió adelantar la construcción de las cajas escénicas, utilizando un encofrado trepante a dos caras para la ejecución de las pantallas principales, arrancando en la planta -1 del Teatro Principal y en la planta 0 del Teatro Configurable. La ejecución de las losas y pantallas del interior de las cajas, así como de las conexiones con las losas y pantallas de los cuerpos frontales y dorsales quedaban temporalmente desfasadas.

Este sistema constructivo, que cumplía con el requisito de compensar con la masa de las cajas escénicas el efecto de vuelco provocado por las zonas voladas frontales, ha permitido mejorar el rendimiento de la construcción, haciendo posible el trabajo simultáneo en las cajas escénicas y en los cuerpos frontales, acortando plazos y mejorando la seguridad de los operarios, al crear un único nivel de trabajo en las trepas.

La trepa de las pantallas ha planteado algunas exigencias técnicas que ha sido necesario resolver, como han sido la necesidad asegurar la estabilidad provisional de los elementos trepados y la de resolver las conexiones monolíticas con otras losas y pantallas, especialmente la de alojar los anclajes de pretensado de las grandes losas frontales dentro de las pantallas.

Las importantes dimensiones de las cajas escénicas y su provisional exposición a las acciones eólicas han obligado a realizar análisis locales sobre la estabilidad tempo-



Fig. 10. Trepado de las cajas escénicas.

ral de sus elementos más comprometidos y a incorporar refuerzos internos y elementos metálicos de acodalamiento provisional. Por otra parte, las pantallas trepadas presentaban algunos huecos de grandes dimensiones (accesos a la escena para decorados, embocaduras,...) que han obligado a la utilización de estructuras auxiliares de hormigón (también trepadas y posteriormente eliminadas mediante corte) y/o metálicas (torres de cimbra para las trepas iniciadas en altura).

Aunque las pantallas trepadas presentaban cierta independencia del resto del edificio, en numerosas secciones se ha completado la conexión con otras pantallas y losas, interiores y exteriores a las cajas escénicas. Para asegurar el monolitismo de las uniones se ha recurrido a diversas medidas adecuadas a las exigencias de cada elemento. La solución más frecuente ha sido dotar a las armaduras en espera, alojadas en las pantallas, con manguitos roscados, aunque en otros casos se han dispuesto armaduras provisionalmente dobladas o placas metálicas embebidas. Se ha ompletado la conexión con un picado superficial del hormigón de la pantalla al nivel de las losas.

Para resolver las interferencias ocasionadas por el pretensado, principalmente el alojamiento de los anclajes en

los tramos trepados de las pantallas, ha sido necesario, en algunos casos, aumentar el espesor de la pantalla o reducir las dimensiones de las trompetas, sustituyendo los cables inicialmente previstos por un número mayor con menor fuerza unitaria de tesado y adaptando todos los sistemas de pretensado y sus anclajes para facilitar el posterior tesado únicamente desde anclajes fácilmente accesibles.

Las cajas escénicas se han completado, una vez terminada la trepa, con losas y pantallas interiores a diferentes alturas; para su ejecución han sido necesarias cimbras y torres de apeo provisionales.

La cubierta de las cajas escénicas, situadas sobre un vacío de más de 35 metros de altura, están resueltas mediante celosías mixtas autoportantes y losas de hormigón, que se han encofrado sobre chapa metálica colaborante. Esta estructura de cubierta servirá en un futuro próximo para suspender de ella el peine y el equipamiento escénico.

4.2. Cuerpos frontales

Los cuerpos frontales de los teatros están formados por una superposición de ámbitos para usos diferentes: acce-



Fig. 11. Teatro Principal. Torres de apeo provisionales.

sos, salas de público, deambulatorios a varios niveles, anfiteatro y sala de ensayo (Teatro Principal), cubiertas con alojamiento de los grandes equipos de climatización, ..., y grandes vigas perimetrales en coronación para cuelgue de las fachadas. Este conjunto está organizado estructuralmente mediante una compleja imbricación de grandes pantallas laterales (crecientes hacia el frente a medida que se elevan), pantallas frontales (una vez salvado el gran ámbito del acceso) y losas macizas, suspendidas de las pantallas que nacen sobre ellas.

Las losas de piso de las salas principales de ambos teatros se encuentran a una altura de unos 6 metros sobre el nivel del terreno y se hormigonaron sobre cimbra apoyada en el suelo. La sustentación definitiva de estas losas es mediante cuelgue desde las pantallas que nacen sobre ellas, aunque provisionalmente estas pantallas gravitan sobre las losas de arranque. Por otra parte, las pantallas tienen una serie de huecos de paso que desplazan las secciones resistentes a las zonas altas de las mismas, lo que creaba una fuerte acumulación de cargas sobre las losas. Para soportar temporalmente estas cargas se dispuso un conjunto de torres de apeo de gran capacidad portante situadas en la vertical de las pantallas resistentes, lo que permitió retirar la cimbra y liberar espacio para seguir ejecutando la obra permitiendo el paso por debajo de las grandes losas.

Una vez que la estructura superior hubo alcanzado un suficiente nivel de desarrollo se procedió a su puesta en carga retirando los apeos provisionales de forma controlada. Esta singular operación fue realizada mediante el empleo de 7 gatos hidráulicos de 6500 kN de capacidad máxima en el caso del Teatro Principal, y de 4 unidades similares para el Teatro Configurable. Los gatos se encontraban conectados a una unidad informática central desde la que se podía conocer en todo instante los despla-

mientos y reacciones actuantes en cada uno de los gatos. Esta operación resulta de gran complejidad, ya que debido a la gran hiperestaticidad de la estructura a desapear, la operación en uno cualquiera de los gatos, modifica de forma muy importante las cargas actuantes sobre el resto. Para estas maniobras se diseñó un protocolo de desapeo por fases con control simultáneo de cargas y movimientos, a partir de los valores obtenidos en los análisis evolutivos.

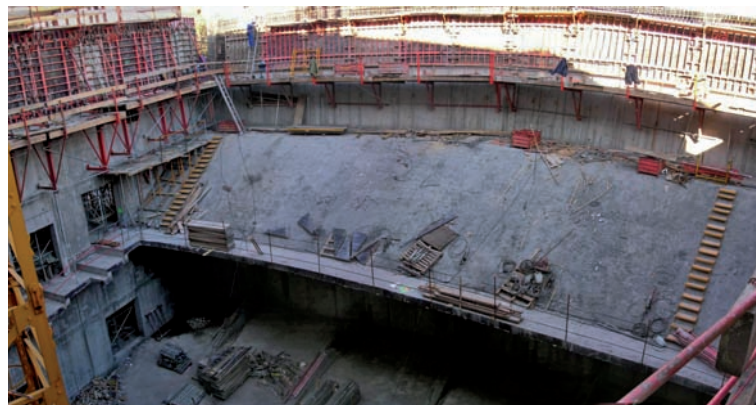
En la primera fase se realizó la valoración de la reacción actuante sobre cada torre de apeo, para ello, de forma individualizada para cada gato, se iba aplicando carga escalonadamente y anotando las fuerzas y desplazamientos (lecturas de los flexímetros) de cada gato hasta el momento del despegue, momento en el que se producía la transferencia de carga de la estructura a través del gato correspondiente y que venía marcada por un brusco cambio de la pendiente de la recta carga-desplazamiento del flexímetro.

Una vez conocida la carga real sobre cada una de las torres se pasó a la fase 2, poniendo simultáneamente en carga todos los gatos, de forma también escalonada y hasta los valores del pesaje medidos, logrando el despegue completo de la estructura con respecto a las torres. Se continuó aplicando carga hasta alcanzar una elevación de unos 5 mm. en el apoyo menos elevado.

En la fase 3, después de haber retirado de la cabeza de las torres de apeo una serie de galgas de seguridad, que permitían limitar el descenso, se hizo descender la estructura a la posición de partida. Posteriormente, se siguieron bajando los gatos controlando la carga de los mismos y eliminando las galgas necesarias de los apeos, hasta descargarlos totalmente (fase 4). En ese momento se llegó al final del proceso, que se completó con la retirada de los gatos y el desmontaje de los apeos provisionales.



Las maniobras se realizaron con éxito, y, pese a ser una estructura de hormigón sumamente compleja e hiperestática, con un excelente ajuste con las cargas y movimientos esperados en el caso del Teatro Principal, y algo menos precisa, pero del lado favorable en el caso del Teatro Configurable. Igualmente, del estudio del proceso constructivo, considerando el momento de construcción



Figs. 12 y 13. Teatro Principal. Retirada de apeos provisionales. A la derecha, Anfiteatro.

de cada parte de la estructura y su fluencia, se obtuvieron los movimientos reales en los voladizos, para definir las contraflechas necesarias.

Para la construcción de las pantallas laterales y frontales de estos cuerpos también se ha recurrido a la trepa cuando su altura era superior a la de una puesta de encofrado. Los tramos de pantallas que se encontraban en

Fig. 14. Conjunto con estructura terminada.





Fig. 15. Estructura zona dorsal.

vuelo respecto a las plantas inferiores han precisado apeos temporales que en algunas ocasiones han llegado a ser importantes torres apoyadas en el terreno al nivel de la calle. Algunas pantallas, que por su ubicación o geometría presentaban unas mayores complicaciones de ejecución (altura, inclinadas, en el vacío), cuando las exigencias arquitectónicas y estructurales lo permitían, han sido resueltas con celosías o vigas cajón metálicas. En estos casos ha sido necesario recurrir a grúas móviles de elevada capacidad de carga y alcance para el montaje.

Sobre la sala de público del Teatro Principal se ha construido un anfiteatro, organizado estructuralmente como un gran cajón monocelular de trazado curvo y sección trapezoidal, delimitado por losas y por la gran pantalla frontal del edificio, que apoya en las pantallas laterales de la sala. Las losas se han ejecutado sobre cimbras que ha sido necesario mantener hasta que la totalidad del conjunto ha adquirido capacidad resistente.

En el Teatro Principal, sobre la sala de público y el anfiteatro se encuentra la Sala de Ensayos, ocupando la totalidad de la superficie. La estructura de esta gran sala está organizada a base de grandes vigas armadas, tanto a nivel del piso como de la cubierta; ambas familias de vigas apoyan en las pantallas laterales, son autoportantes y trabajan como secciones mixtas con las losas macizas de hormigón armado que van entre ellas.

Las grandes piezas metálicas, debido a sus dimensiones y pesos, han tenido que ser transportadas y montadas por tramos con la ayuda de torres de apeo provisionales, a pesar de ser autoportantes. Aun con la gran capacidad de carga de las grúas torre instaladas ha sido necesaria la utilización de grúas móviles que operaban desde la zona frontal del edificio, ocupando la acera y la calzada cuando las dimensiones superaban las pequeñas zonas libres del solar.

Para la ejecución de las losas a gran altura y en sustitución de cimbras, la estructura metálica principal se ha complementado con un sistema de vigería metálica

secundaria y encofrado perdido a base de chapa plegada.

Para la ejecución de las pantallas voladas en bandera de las partes frontales de los teatros se ha precisado de grandes torres de apeo, arriostradas a la parte inferior de la estructura; la estabilización transversal ante la acción del viento, durante la fase de ejecución, ha obligado a incorporar diversas estructuras auxiliares.

4.3. Cuerpos dorsales

La estructura de los cuerpos dorsales es de tipo convencional, formada por pilares de hormigón o metálicos y losas macizas de hormigón apoyadas en los pilares y en las pantallas de las torres escénicas. ♦

FICHA TÉCNICA

Promotor:	Canal de Isabel II. Madrid.
Proyecto:	Arquitecto autor del proyecto: Juan Navarro Baldeweg Dirección de obra: Juan Navarro Baldeweg, Jaime Bretón Arquitectos colaboradores: Justo Ruiz, Sabina Aparicio, Val Vázquez Arquitectos técnicos: Javier Reñones, Pere Puigcerver Asistencia Técnica: UTE Seti-Euroconsult Proyecto de estructura: MC2, Estudio de Ingeniería. Julio Martínez Calzón, Álvaro Serrano, Belén Ballesteros Proyecto de instalaciones: Argu. Carlos Ara Coordinador Seguridad: Francisco Povo
Ejecución obra:	Constructora: UTE Dragados-OHL Gerente: Romualdo Santamaría Jefe de Obra: José Luis Herranz Jefe de Producción: Cristina Casado Oficina Técnica: Antonio Tabera Atienza, Antonio Tabera García, Mercedes Madrid Estructuras: Alfredo Hernández Instalaciones: Eduardo Suárez, Ana Martínez Albañilería y acabados: Beatriz Ciudad Real, Jesús Ranchal Encargados: Máximo Torno, Francisco Pardo, Juan Manuel Risquez Topógrafo: José María Carrascal Administrativos: Ceferino Galindo, Charo Verdú Delineante: Miriam Villena
Principales características:	Superficie solar 8.750 m ² Superficie construida 35.500 m ² Superficie útil 29.400 m ² Hormigón 25.000 m ³ Acero estructural 1.750.000 Kg Acero corrugado 3.716.000 Kg