

EDUARDO TORROJA - OFICINA TÉCNICA

MEMORIA

=====

FECHA Abril de 1948

N.º 665.307

MEMORIA
=====

Debiendo depender la solución estructural fundamentalmente de las necesidades funcionales de la obra, que el que suscribe no conoce en detalle, se ha considerado preferible presentar dos grupos de soluciones: uno, que se amolda completamente a la disposición del proyecto base, y otro, en forma abovedada que cumple, a juicio del autor del proyecto, las necesidades fundamentales indicadas en las bases del concurso, aún cuando difiere en lo que a estructura y disposición de los lucernarios se refiere. Al tratar de este segundo grupo se indicará sin embargo cómo pueden añadirse lucernarios ó variarse su orientación si ello conviniera a juicio de E.N.A.S.A.

Dentro del primer grupo, se ha estudiado una solución con la estructura de hormigón completa, incluso los forjados de cubierta, análoga a la que se presenta con la designación de Solución B. Se ha prescindido de presentar esta solución por considerar sumamente difi-

cil el asegurar la impermeabilidad del hormigón en forjados planos a la intemperie aún cuando lleven un buen enlucido superior, dada la presencia prácticamente inevitable en este tipo de estructuras, de tracciones en la superficie, que aún cuando estén resistidas por la armadura, producen alargamientos mayores de los que puede sufrir elásticamente el hormigón, al menos en los tipos normales de armaduras y de hormigón. Por otra parte, la gran cantidad de encofrados y de cimbra que es necesario montar para esta solución de hormigonado "in situ", hacía prácticamente imposible cumplir el plazo que se estipula en las Bases del concurso, y en consecuencia, dada la seriedad de las partes contratantes, en caso de adjudicación se ha considerado preferible prescindir de esta solución entre las que se proponen.

Por ello se presenta primeramente la solución B que se amolda exactamente a la disposición funcional de lucernarios y cubierta, sin otra modificación que la de dar pendiente a ésta para facilitar el curso de las aguas de lluvia, y la de haber sustituido el forjado continuo de hormigón por una cobertura de fibro-cemento sobre viguetas, que en el proyecto se disponen metálicas pero, que podrían sin inconveniente sustituirse por correas de hormigón, si la Sociedad adjudicataria considerase esto ventajoso.

Las condiciones térmicas se aseguran mediante manta de fibra de vidrio armada, que se considera hoy día

como el mejor aislante tanto por sus condiciones de im permeabilidad térmica como por las de conservación e incombustibilidad. No parece necesario hacer ningún cálculo termodinámico en este sentido, ya que a todas luces la impermeabilidad térmica de la cubierta con es ta defensa es muchas veces superior a la de los propios ventanales, y sería por consiguiente más efectivo establecer en éstos una doble vidriera que trate de in crementar todavía más la defensa térmica del resto de la cubierta. Por otra parte, aún cuando no sea absolutamente neces_rio, podría también establecerse una red de tuberías perforadas en cubierta sobre cumbrera que por pulverización de agua ó simplemente por escorrentía de ésta sobre el fibrocemento rebajase en verano la temperatura interior de la cubierta. Este sistema tendría la ventaja de bajar la temperatura en verano con el mínimo caudal de agua y de energía, y sin perjudicar para nada la temperatura del invierno. De todos modos, como acaba de decirse, no parece necesario, ni prácticamente aconsejable esta instalación supletoria.

La ejecución de esta construcción se proyecta en piezas prefabricadas tanto en lo que se refiere a los cabios como a las lacenas, reservando el hormigonado "in situ" para los soportes y estructuras de hormigón armado que van sobre los mismos. Gracias a este sistema de construcción podrá asegurarse el cumplimiento de los plazos previstos a pesar de la enorme superficie a

cubrir.

La iluminación se mantiene igual a la del proyecto y la disposición de lucernarios a Sur y a Norte es la misma, por lo que tampoco requiere justificación especial.

La disposición de la estructura en esta solución, igual que en las demás, se vé claramente en los planos, y no necesita, por consiguiente, una justificación especial, aparte de los cálculos que se incluyen como anexo a esta Memoria.

Los transformadores se ubican encima del alero del ventanal Sur calculado para soportar vigas longitudinales a lo largo de las cuales pueden correr estos transformadores en caso de montaje ó sustitución.

SOLUCION F.-

Como variante de la solución anterior se presenta también la solución metálica, por si E.N.A.S.A. estima que el pequeño aumento de peso de hierro que lleva, puede ser compensado por la mayor rapidez de ejecución y la mayor facilidad de modificaciones posteriores en la estructura lo que quizá funcionalmente pudiera representar una ventaja.

SOLUCION G.-

Se incluye una solución en diente de sierra, que aunque tiene mucho menos valor estético puede servir de

comparación con las otras soluciones.

SOLUCIONES LAMINARES

=====

SOLUCION C.-

El otro grupo de soluciones está formado esencialmente por unas bóvedas cilíndricas delgadas, como puede apreciarse en los planos. Se ha considerado interesante presentar esta solución por la mayor economía que representa haciendo el forjado continuo de hormigón, por el mejor aspecto estético que puede ofrecer la nave y por amoldarse muy bien a la disposición de lucernario inclinado que con igual superficie permite una iluminación mayor.

Se ha dispuesto un sólo lucernario, por módulo, en la cubierta Norte, con un pequeño alero superior de uralita para asegurar que, en ningún momento del día ni del año, penetre el Sol en la nave. Siendo la distancia en planta entre bordes de lucernario de 12 metros, y la altura de la parte alta de estos lucernarios sobre el suelo sensiblemente la misma, se cumplen sobradamente las condiciones que técnicamente se exigen para la iluminación de estas naves de taller. Esto es, que los haces que descienden a 45° no solamente se cruzan oblicuamente, sobre el suelo, sino también a una altura francamente

te, sobre el suelo, sino también a una altura francamente superior a la de visión normal de trabajo.

En todo caso, y si la Sociedad lo considera preferible, no hay inconveniente ninguno en proveer a estas soluciones de lucernarios en clave ó en la vertiente Sur.

La solución abovedada presenta, además, la ventaja, de que la reflexión de la luz solar sobre el trasdós de la bóveda contigua aumenta fuertemente la cantidad de luz que atraviesa el ventanal hacia el interior; y, del mismo modo, el intradós de la bóveda, por el lado contrario al lucernario, produce también una reflexión sobre el suelo que favorece la uniformidad de la iluminación en toda la superficie del mismo.

La lámina que forma esta cubierta ha sido estudiada para que, en toda su superficie, aparezcan compresiones tanto según el sentido de la generatriz como el de la directriz, con lo que se disminuye al máximo el peligro de fisuración de que antes se ha hablado.

Sería por consiguiente posible dejar esta cubierta a la intemperie, aún cuando se ha considerado preferible, desde todos los puntos de vista el cubrirla con una capa de uralita superior y dos capas de corcho, una entre la lámina de hormigón y la uralita y otra por debajo de la lámina. De este modo, las condiciones térmicas son inmejorables y se obtiene además la gran ventaja de tener un intradós muy absorbente de los ruidos con disminu

ción sensible de reverberación. Para lograr este efecto, será conveniente dejar el corcho interior a la vista simplemente enalado con difusor ó pintado con una pintura blanca que asegure estos efectos. Las condiciones de refrigeración por difusores de agua sobre la cumbrera indicadas para la solución B podrían adoptarse igualmente en estas otras variantes:

La instalación de transformadores en la cubierta se resuelve, en este caso, colocándolos sobre una pequeña plataforma de hormigón encima del soporte, lo que da lugar a un sobre coste mínimo para estos elementos. Podría disponerse una viga-carril entre soportes para el movimiento de estos transformadores; pero, se ha considerado preferible que, en caso de tener que proceder a la sustitución de alguno de ellos, se lleve por el interior de la sala y se eleve ó descienda a través del lucernario, para lo cual basta disponer una pequeña pluma sobre la plataforma antedicha.

SOLUCION E.-

Sería conveniente sustituir la directriz adoptada en la solución anterior por una directriz circular más rebajada, con lo que se mejoraría el efecto estético y se disminuiría el volumen interior de la sala. Esta fué la primera idea; sin embargo, la mayor complicación de cálculo de este tipo de lámina y el reducido plazo de que se disponía para realizarlo, ha hecho que se de-

jase por el momento esta solución sin estudiar en detalle, hasta tanto que se conozca la opinión de la Sociedad sobre este punto, en cuyo momento podrá desarrollarse el proyecto correspondiente. Los tanteos efectuados indican que las cifras de presupuesto serían sensiblemente del mismo orden que en la solución anterior.

Por estas razones, se presentan solamente unos planes del conjunto y una perspectiva de lo que resultaría la variante.

SOLUCION D.-

Las dos soluciones anteriores pueden desarrollarse sustituyendo la lámina de hormigón por unas celosías metálicas, y las dos capas de corcho por una de Vitrofib, con lo que se mantendrían las mismas ventajas y se obtendría una solución elegante y sencilla de construcción que permitiría, con más facilidad que la de hormigón, cualquier cambio posterior de la cubierta que pudiera exigir la explotación de la nave.

Aún cuando la celosía sea menor que la correspondiente a los lucernarios en la solución de hormigón, no habrá inconveniente en disponer, junto a los apoyos, alguna de las barras desmontables para dar paso a los transformadores, sin poner en peligro, por ello, la estabilidad de la estructura.

CIMENTACION

=====

No disponiéndose de los datos concretos sobre la calidad del terreno que se indican en las Bases del concurso, se ha proyectado una cimentación normal con una carga sobre el terreno de 3 kg/cm², igual a la adoptada en el proyecto base.

Dada esta carencia de datos, no se ha considerado necesario repetir este avance de cimentación con pilotaje; porque, además, como los pesos que se obtienen con las nuevas soluciones son muy inferiores a los que se obtienen en el proyecto base, aún cuando el terreno fuera más blando de lo supuesto, parece que resultaría más económica, que la de pilotes, esta cimentación directa aumentando ligeramente la zapata para disminuir la carga unitaria sobre el terreno.

SERVICIOS SANITARIOS

=====

Los servicios sanitarios pueden construirse bien independientemente de la estructura sobre los apoyos propios, lo que probablemente será preferible, bien apoyarse sobre los mismos soportes de la estructura sin

aumento sensible de éstos ni interferencias con sus condi
ciones de trabajo y estabilidad.

HIPOTESIS DE CALCULO

=====

Las hipótesis y métodos de cálculo son los corrientes, habiéndose limitado las cargas máximas admisibles a 1.200 kg. en el acero y a 50 kg. en el hormigón con los aumentos normales, sobre esta cifra, en los casos de ángulos entrantes ó casos especiales de flexión com-puesta. En las soluciones metálicas pueden aumentarse estas cargas de trabajo con la consiguiente economía, si bien no se ha hecho, para que la comparación pueda re - sultar más uniforme con las propuestas de otros concurr-santes; punto sobre el cual merece llamarse la atención a estos efectos comparativos, pues bastaría, por ejem - plo, aumentar la carga admisible de 12 a 14 kg/mm² para obtener la correspondiente economía en el presupuesto.

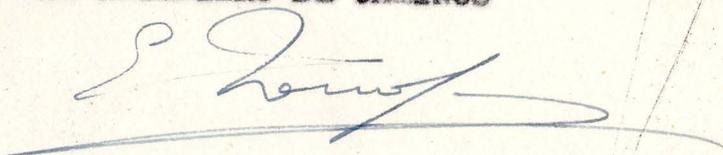
Asimismo, conviene advertir que se ha considerado la simultaneidad de las hipótesis de viento ó nieve con puente-grúa, y por consiguiente, en caso de no tenerse en cuenta esta simultaneidad de hipótesis se podría ob - tener una economía en las cifras de presupuesto de es - tos proyectos.

En las cubicaciones se han tenido igualmente en

cuenta los aumentos normales de tolerancias en peso.

Madrid, Abril de 1948

EL INGENIERO DE CAMINOS

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'E. Torroja', with a long horizontal flourish underneath.