

# Piso compuesto en la Cámara de Comercio de Luxemburgo

La nueva sede de la Cámara de Comercio del Gran Ducado de Luxemburgo fue finalizada en el 2004. Se localiza en el altiplano Kirchberg de Luxemburgo y consta de un edificio existente totalmente renovado de 5,000 m<sup>2</sup> y de edificios nuevos que ofrecen un espacio adicional para oficinas de 20,000 m<sup>2</sup>. Las construcciones nuevas forman una sucesión de cuatro alas distintas unidas por pasarelas de vidrio. Tienen una estructura principal de acero con fachadas de vidrio y acero, y los pisos están diseñados como losa compuesta utilizando paneles de acero inoxidable perfilados en forma sinusoidal. Dentro de la losa compuesta, existen tubos de plástico que transportan agua que proporcionan calefacción y enfriamiento a través de los techos de acero inoxidable expuestos, lo que lleva a un ahorro significativo de energía.



Figura 1: Cubiertas de acero inoxidable perfiladas

## Selección del Material

En el diseño del plafón expuesto, el arquitecto estaba buscando una apariencia reflectiva que se mimetizara con el entorno. Se seleccionaron paneles de acero inoxidable para los plafones debido a la gran gama de acabados superficiales disponible, resistencia, formabilidad y durabilidad a largo plazo. El acero inoxidable grado 1.4301 (S30400) fue elegido, con un límite elástico mínimo al 0.2% de deformación especificado de 230 N/mm<sup>2</sup> y una ductilidad del 45%, más del doble de la ductilidad del acero al carbono. Este tipo de acero inoxidable es adecuado para aplicaciones en interiores y para aplicaciones externas en ambientes rurales, urbanos o industriales ligeros, además tiene la formabilidad requerida para ser conformado por rolado y obtener el perfil sinusoidal.

El acabado del material especificado fue el típico 2B de fábrica en concordancia con la norma EN 10088-2 [1]. Para obtener este acabado, la aleación se lamina en frío, se trata térmicamente, se decapa y se procesa en un molino skin pass. El material tiene una apariencia tersa, aperlada semi-brillante, y es el acabado más comúnmente aplicado a los aceros inoxidables.



Figura 2: Vista general

## Diseño

Las estructuras de los cuatro y cinco pisos tienen marcos de acero contruados a partir de perfiles laminados en caliente y pisos compuestos. Se optó por la construcción de piso delgado para los pisos compuestos: las vigas principales son perfiles de acero del tipo HEM260 (perfiles en H de 290 mm de profundidad por 268 mm de ancho). Una placa de 350 mm de ancho por 20 mm de espesor soldada a la brida inferior, da soporte a la sección de losa compuesta de 380 mm de profundidad. Las vigas de 12.5 m de largo no están completamente unidas a las secciones tubulares ya que se busca incrementar su capacidad de expansión hasta en un 30%. Las uniones están expuestas en la parte inferior del piso y aún así permanecen visualmente discretas. Las tuberías de servicio corren por debajo de las vigas y por encima de las uniones para minimizar la profundidad del suelo.

La losa se compone de una cubierta de acero inoxidable de perfil sinusoidal de 180 mm de profundidad y de concreto colado. La plataforma se extiende entre las vigas principales que están a 3.75 m entre centros. Tanto las vigas como las cubiertas fueron diseñadas para actuar compuestamente con el concreto colado. La acción de diafragma de las losas también ayuda a proporcionar la estabilidad horizontal del edificio.

La carga de diseño impuesta fue de  $4.5 \text{ kN/m}^2$  y el peso propio de la construcción fue de  $4.6 \text{ kN/m}^2$ . Un análisis de ingeniería de incendios se llevó a cabo para demostrar que se podía alcanzar una resistencia al fuego de 60 minutos de las vigas de acero y plafones expuestos sin aplicar ningún tipo de protección contra incendios. Las vigas delgadas están parcialmente protegidas por la losa de concreto y soportan la disminución en la carga de diseño en situaciones de incendio a pesar de la pérdida de las uniones expuestas. Las temperaturas en el diseño de escenarios de incendio fueron de alrededor de los  $600^\circ\text{C}$ , punto en el cual el acero inoxidable retiene al menos el 50% de su resistencia mecánica a temperatura ambiente. La deformación en el fuego se estimó en menos de 100 mm.

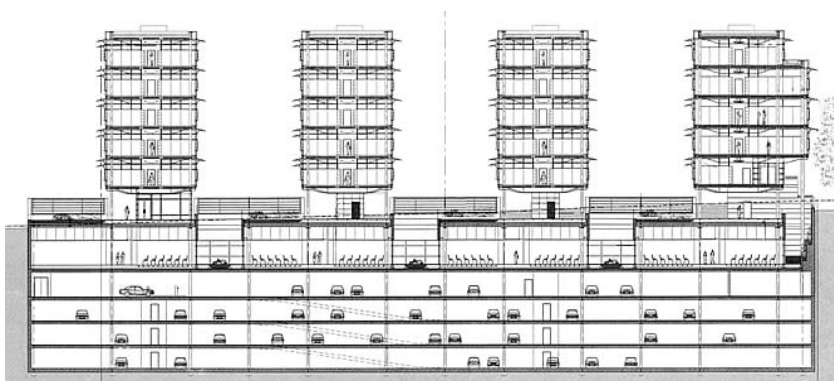


Figura 4: Vista elevada de los nuevos edificios.

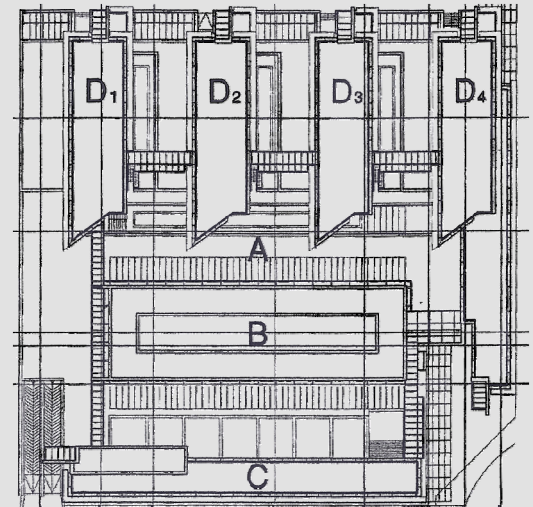


Figura 3: Vista en plano de los edificios (B es el edificio existente, C y D<sub>n</sub> son los nuevos edificios)



Figura 5: Render arquitectónico

### Losa refrigerada por agua: Arreglo calefacción y enfriamiento

Como estrategia para la eficiencia energética, las condiciones de operación de la losa refrigerada por agua se dan en tres ciclos, como se indica:

**Verano – de noche:** El agua fría corre a través de los tubos de plástico que están en el interior de la losa para eliminar el calor acumulado en la misma durante el día.

**Verano – de día:** Si el enfriamiento nocturno de la losa no alcanza la temperatura requerida, el circuito de enfriamiento sigue funcionando y es asistido por enfriadores de absorción (que utilizan una fuente de calor para guiar el proceso de enfriamiento). Una vez que se ha enfriado lo suficiente, se revierte el circuito y se hace pasar el agua fría a través de unos intercambiadores de calor, que funcionan parcialmente gracias a los colectores solares instalados en el techo. También se inyecta aire pre tratado a través de los intercambiadores para ser enfriado y se mezcla con el aire existente en un efecto “venturi”. Esta mezcla de aire frío se distribuye en todo el edificio para brindar enfriamiento durante el día.

**Invierno:** La losa se calienta en los meses de invierno haciendo pasar agua caliente a través de los tubos que se encuentran en el interior de la misma. El suministro de agua es calentado de forma centralizada, y es complementado por el calor generado con los colectores solares.



Figura 6: Lámparas y unidades de distribución de aire suspendidas de la cubierta perfilada



Figura 7: Detalle de esquina de la cubierta perfilada

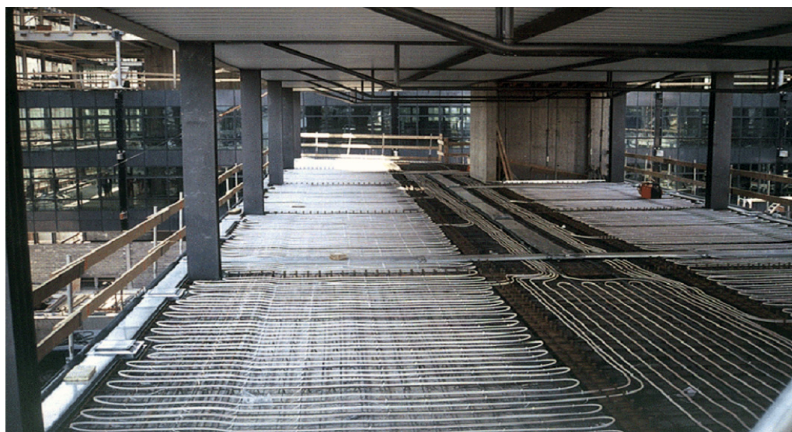


Figura 8: Red de tubería de calentamiento / enfriamiento de agua colocada en el interior de la losa

## Fabricación y Montaje

La cubierta de acero inoxidable fue fabricada a partir de hojas de aproximadamente 1.0 mm de espesor. Cada hoja tiene tres costillas sinusoidales con 312 mm entre pasos, que dan un ancho de hoja de 936 mm. La cubierta fue diseñada para soportar el peso del concreto húmedo y otras cargas de construcción sin puntales sobre sus 3.4 m de claro (3.75 m menos 0.35 m del ancho de la placa). La cubierta provee suficiente unión de corte con el concreto, de tal modo que cuando el concreto gana resistencia, los dos materiales actúan en conjunto compuestamente. La acción compuesta entre las vigas y la losa se logra mediante la acción de conectores de corte soldados a las vigas.

La cubierta fue movilizada en paquetes y cada pieza fue colocada manualmente en su posición. El peso de cada hoja individual fue inferior a los 50 kg, haciendo fácil moverla para dos hombres. Cada pieza fue entonces colocada sobre las cejas extendidas de las vigas integradas. Los extremos de la cubierta fueron cerrados para evitar la pérdida de concreto. La unión entre hojas adyacentes se realizó en la parte superior de cada tercer costilla, para permitir su fácil fijación. La cubierta se armó a una velocidad de 300 m<sup>2</sup> por día, y se limpió manualmente conforme la construcción avanzaba.



Figura 9: Montaje de la estructura de acero estructural

## Referencias y Bibliografía

- [1] EN 10088-2:2005 Stainless steels. Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for general purposes.
- [2] Commercial Buildings: Guidance for architects, designers and constructors, SCI, 2008

Fotos y dibujos provistos por ArcelorMittal

Centro de Información en línea para el acero inoxidable en la construcción: [www.stainlessconstruction.com](http://www.stainlessconstruction.com)

## Obtención de Detalles

<b>Cliente:</b>	Luxembourg Council
<b>Arquitecto:</b>	Vasconi Architects
<b>Ingeniería estructural:</b>	Schroeder N Green and A Hunt
<b>Servicios de ingeniería:</b>	RMC Consulting
<b>Contratista:</b>	Hochtief
<b>Perfilado del piso:</b>	PMA, Cérons, France

Esta serie de Casos de Estudio de Acero Inoxidable Estructural es auspiciada por Team Stainless.

Translated by:

