

Ejemplo práctico: Centro comercial CACTUS, Esch/Alzette, Luxemburgo

La estructura curvada de acero de este supermercado fue evaluada utilizando un concepto de seguridad frente a incendio real, que demostró que no se requería protección adicional ante incendio. La estructura consiste en vigas aligeradas en un novedoso diseño de estructura aporticada.



Estructura principal del supermercado

Índice

| | | |
|----|-------------------------------------|---|
| 1. | El logro | 2 |
| 2. | Introducción | 2 |
| 3. | Estructura | 3 |
| 4. | Concepto de seguridad ante incendio | 4 |
| 5. | Información general | 5 |
| 6. | Referencias | 5 |

1. El logro

- Vigas aligeradas curvadas en una estructura aporticada expuesta a la vista.
- No hay protección pasiva ante el fuego, de acuerdo a un diseño de seguridad frente a incendio real.
- Sistema de construcción rápida, que permitió una temprana utilización del supermercado.
- Grandes fachadas de vidrio sujetas por la estructura de acero.

2. Introducción

Este supermercado de tamaño medio está situado en el centro de la ciudad de Esch/Alzette en Luxemburgo. El propietario quería crear un recinto atípico e impactante, y optó por un espacio abierto, con grandes superficies de vidrio en dos de las fachadas. La estructura de acero es aporticada y está compuesta por vigas aligeradas curvadas de gran luz. Un requisito principal era que la estructura quedase expuesta a la vista por efectos arquitectónicos.



Figura 2.1 Vista del edificio durante la construcción

3. Estructura

La estructura es un gran pabellón hecho a base de pórticos compuestos por pilares de acero y vigas aligeradas curvadas. Los pórticos están interconectados por medio de correas y un sistema de arriostramiento. El pórtico tiene un vano de 20 m de luz, que se repite a lo largo del pabellón. La parte superior del pilar está a 7,55 m y la altura máxima en el medio de la viga curvada está a 9,13 m.

La distancia entre pórticos principales adyacentes es 7,5 m. Los pórticos están conectados mediante correas continuas (utilizando secciones IPE200). El tejado está hecho con láminas de acero (HOESCH TR44A) impermeabilizado y con aislamiento.

Las vigas son Arcelor Cellular Beams[®] fabricadas a partir de un perfil HEB450 en acero S235. El canto de las vigas es de 590 mm, el diámetro de las aberturas tiene 400 mm y la distancia entre aberturas es 600 mm.

Los pilares están hechos a partir de secciones HEB500 en acero tipo S235. La unión entre pilares y vigas está hecha con 10 tornillos en una chapa de bordey se ha considerado rígida. Los pilares se consideran articulados a nivel del suelo. La estabilidad horizontal se logra, en una dirección mediante el efecto del pórtico y en la otra dirección, la longitudinal, por el sistema de arriostramiento (a cada lado del edificio). El detalle de la unión entre viga y pilar se ilustra en la Figura 3.1.

Los pilares exteriores están sometidos a cargas axiales bajas (debidas únicamente al peso de la fachada y de la cubierta y a la carga de nieve).



Figura 3.1 Detalle de la unión en el pórtico usando vigas aligeradas

4. Concepto de seguridad ante incendio

De acuerdo con la normativa de Luxemburgo, para este tipo de estructura en las que la estructura de acero soporta el tejado, se requiere una resistencia al fuego de 90 minutos.

El desarrollo de la ingeniería de seguridad ante incendio de la estructura se llevó a cabo con PROFILARBED-Research^[2,3,4]. El concepto de seguridad frente a incendio real fue aceptado por las autoridades. El diseño de seguridad ante incendio se basó en las prescripciones de EN1991-1-2 (con una carga de fuego característica de 730 MJ/m^2)^[1] y en las medidas activas de lucha contra el fuego (Alarmas automáticas y aviso a la brigada contra incendios, sistemas de evacuación de humos, etc.). No se necesitaron rociadores debido al pequeño tamaño del edificio.

La temperatura del gas, fue calculada usando el programa *Ozone*^[2,3], que utiliza el modelo de 2 zonas y se calcularon temperaturas localizadas mediante la metodología *Hasemi*^[1]. Se consideró un conjunto de simulaciones teniendo en cuenta la rotura de vidrios (las fachadas frontal y posterior son totalmente acristaladas). Como las máximas temperaturas del acero en los pilares alcanzaron los 880°C se hizo un análisis de elementos finitos en 3-D teniendo en cuenta la estructura total del edificio. Se analizó un modelo completo del edificio en 3 dimensiones. Algunos aspectos característicos del comportamiento de las vigas Arcelor Cellular Beams[®] tales como, el mecanismo de Vierendeel y la resistencia postpandeo del alma no se tuvieron en cuenta en este modelo. Luego, se desarrolló un sofisticado modelo de elementos finitos tipo cáscara, a fin de tener en cuenta estos fenómenos.

Todas las simulaciones fueron hechas utilizando el programa de elementos finitos *SAFIR*^[4]. Se aplicaron cargas estáticas bajo condiciones de fuego de acuerdo con la prEN 1990^{5]}.

Inicialmente, se diseñó la viga de hormigón ubicada a ambos lados del edificio considerándola como simplemente apoyada sobre los pilares de acero (desde un pilar al otro), pero debido a las recomendaciones de PROFILARBED-Research, se cambió a un modelo de viga continua en toda la longitud del edificio.

Se comprobó que las secciones de acero eran suficientes para resistir los escenarios de fuego definidos. En la soldadura de las vigas Arcelor Cellular Beams[®] el diseño en ‘frío’ resultó en cordones de soldadura en ángulo de 3 mm a cada lado del alma, pero se utilizó un cordón de soldadura de 5 mm para cumplir con los requerimientos de seguridad ante incendio.

Los resultados de este análisis de ingeniería ante incendio, fueron que ninguna viga ni pilar necesitaba de protección pasiva ante el fuego.

5. Información general

- Cliente: Cactus S.A.
- Arquitecto: Paczowski Fritsch Associés
- Planeamiento de la estructuración: Schroeder & Associés S.A.
- Constructora: MABILUX S.A.
- Expertos en protección ante incendio: PROFILARBED-Research
- Tiempo ejecución: 2003
- Altura total: 9,13 m
- Área en planta: 28,51 x 48,16 m

6. Referencias

- [1] EN1991-1-2, Eurocode 1 - Actions on structures, Part 1.2-Actions on structures exposed to fire. CEN Central Secretariat, Brussels, November 2002.
- [2] Competitive steel buildings through natural fire safety concept. ECSC Research 7210-SA/125.
- [3] Natural fire safety concept – Full scale tests, implementation in the Eurocodes and development of a user-friendly design tool. ECSC Research 7210-060.
- [4] SAFIR, A Computer Program for Analysis of Structures Submitted to the Fire, University of Liège, Department Structures du génie Civil, Service Ponts et Charpentes (2000).
- [5] CEN; prEN1990, Eurocode – Basis of structural design, 2001.

Registro de Calidad

| | | | |
|---|---|---------------------------|--------------|
| TÍTULO DEL RECURSO | Ejemplo práctico: Centro comercial CACTUS, Esch/Alzette, Luxemburgo | | |
| Referencias(s) | | | |
| DOCUMENTO ORIGINAL | | | |
| | Nombre | Compañía | Fecha |
| Creado por | Vassart Olivier | PARE | 2003 |
| Contenido técnico revisado por | Haller Mike | PARE | 08/11/05 |
| Contenido editorial revisado por | Brasseur M. | PARE | 08/11/05 |
| Contenido técnico respaldado por los siguientes socios de STEEL: | | | |
| 1. Reino Unido | G W Owens | SCI | 20/1/06 |
| 2. Francia | A Bureau | CTICM | 20/1/06 |
| 3. Suecia | A Olsson | SBI | 20/1/06 |
| 4. Alemania | C Müller | RWTH | 20/1/06 |
| 5. España | J Chica | Labein | 20/1/06 |
| 6. Luxemburgo | M Haller | PARE | 20/1/06 |
| Recurso aprobado por el Coordinador técnico | G W Owens | SCI | 09/05/06 |
| DOCUMENTO TRADUCIDO | | | |
| Traducción realizada y revisada por: | | eTeams International Ltd. | 21/2/06 |
| Recurso de traducción aprobado por: | Erdune Nuñez | Labein | 24/03/06 |
| | | | |