

# Laboratorio de Estructuras y Materiales Alejandro Sandino Pardo

Alejandro Sandino Pardo Laboratory of Structures and Materials

HÉCTOR ALFONSO RODRÍGUEZ DÍAZ<sup>1</sup> - ANDREA LISETH VASCO CHIVATÁ<sup>2</sup>

1. Profesor titular de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Constructor responsable del edificio Alejandro Sandino Pardo.

2. Ingeniera de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Ingeniera residente del Laboratorio de Estructuras y Materiales Alejandro Sandino Pardo.

alfonso.rodriguez@escuelaing.edu.co - andrea.vasco@escuelaing.edu.co

## INTRODUCCIÓN

Hace 45 años, la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito inició actividades en un pequeño edificio en Usaquén, tomado en arriendo a la curia y donde funcionaba el Seminario Menor. Gracias a la gestión de fundadores y benefactores, a los ocho años de su constitución se logró comprar, con mucho esfuerzo, un lote en el norte de la ciudad, predio llamado hacienda El Otoño. El predio tenía dos galpones, utilizados para el acopio de semillas, fertilizantes y el mantenimiento de maquinaria, teniendo en cuenta la explotación agrícola que se realizaba por esa época en este sector de la ciudad. Recuerdo que el agua del predio se tenía gracias a una concesión otorgada por la CAR de una fuente ubicada arriba de la carrera 7.<sup>a</sup>, cerca de la calle 245, ya que cuando se compró este predio no había agua potable ni sistema de alcantarillado.

El crecimiento de la Escuela exigió su traslado parcial a este sitio. Se tomó la decisión de empezar la adecuación de uno de los galpones para que allí pudieran operar los laboratorios de Ingeniería Civil y se realizaran

las prácticas a los estudiantes del único programa de ingeniería que se ofrecía por entonces. Fue así como el galpón seleccionado lo utilizaron, y aún lo utilizan, los laboratorios de Estructuras y Materiales, Hidráulica, Saneamiento Ambiental y Suelos. Recuerdo que en el caso particular del Laboratorio de Hidráulica, para su diseño y construcción nos asignaron generosamente unos 250 m<sup>2</sup>, sin ningún tipo de mobiliario, ni adecuación, ni oficina, y esta zona se convirtió en nuestro primer espacio de trabajo en la Escuela.

Quien me entregó este espacio fue el primer y único director que han tenido los laboratorios, el ingeniero Alejandro Sandino Pardo. El doctor Sandino, como todos lo conocíamos, fue en particular un gran señor y una gran persona. Infortunadamente, lo perdimos siendo muy joven, pero nos dejó un gran legado. Sus cualidades técnicas y científicas, así como sus investigaciones y experimentaciones, principalmente en el campo de las estructuras y los materiales, lograron transmitir ese gusto a muchos de sus discípulos de la Escuela.



**Fotografía 1.** Laboratorio de Estructuras Alejandro Sandino Pardo, de la Escuela Colombiana de Ingeniería (cortesía Argos).

Se acordó que el Laboratorio de Estructuras y Materiales debía llevar el nombre de Alejandro Sandino Pardo y que debía ser el primer edificio de laboratorios construido por la Escuela. A pesar de que no fue el primer edificio de laboratorios de la Escuela, como era el deseo de todos, y después de muchos anteproyectos y proyectos con diseños definitivos, hoy la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito presenta este proyecto para honrar los adquiridos con la sociedad y con el país en su declaración de principios.

Por encargo del Consejo Directivo de la Escuela, desde hace un poco más de dos años un grupo de profesionales egresados de la Escuela y de la empresa privada comenzó la concepción, diseño y construcción del edificio del Laboratorio de Estructuras y Materiales Alejandro Sandino Pardo, que hoy se culmina con mucho orgullo. A continuación se presentan, de manera general, las principales características de este importante proyecto.

## CONCEPCIÓN ARQUITECTÓNICA

El edificio del Laboratorio de Estructuras y Materiales Alejandro Sandino Pardo se concibió, manteniendo las características de desarrollo del campus de la Escuela, en tres escalas de diseño arquitectónico, que contienen la escala de paisajismo, de conjunto y detalle.

En la escala de paisajismo, el urbanismo fue una pieza clave para la configuración central del campus, como remate en el vínculo entre los laboratorios y el futuro edificio del Centro del Conocimiento y la Información, en el que se incluye la futura biblioteca. Por tal razón, el Laboratorio de Estructuras y Materiales se plantea en forma de escuadra para configurar una plazoleta de acceso que lo vincula con el recién construido Conjunto de Laboratorios, edificio I. También está planteado como remate del futuro acceso para la Escuela, en el costado occidental de su predio.

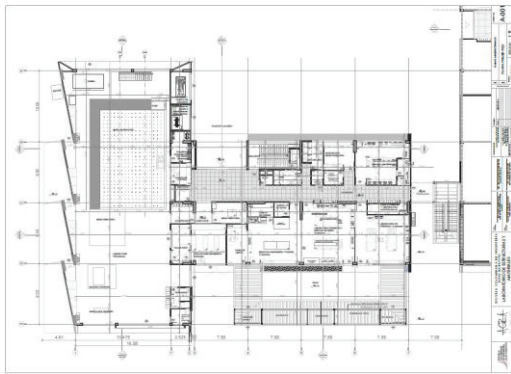
En la escala de conjunto, es la pieza final que configura los edificios de laboratorios de la Escuela, cuyos dos bloques se acoplan por un eje central que es la columna principal y que en los tres pisos permite su conexión a través de dos puentes ubicados en el segundo y tercer nivel, además de que cuenta con una marquesina de vidrio en la cubierta. Esta configuración arquitectónica se complementa con la vista de una nave principal, en la que están ubicados el elemento más significativo y el símbolo principal del Laboratorio de Estructuras, su muro de reacción.

La nave principal está concebida como un gran espacio de experimentación física y numérica para modelos de estructuras, que incluye un enorme muro de reacción, así como equipos, elementos y dispositivos que permiten el desarrollo adecuado en las actividades investigativas y pedagógicas. Este espacio de trabajo se complementa con un importante edificio de apoyo en el que están ubicados, en el primer piso, diferentes laboratorios de materiales, y en los dos pisos restantes están las oficinas, un salón de sistemas y un auditorio para fines educativos.

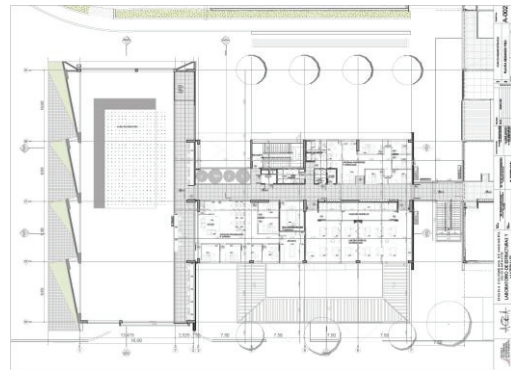
A renglón seguido se muestran las plantas del primer, segundo y tercer piso (figuras 2, 3 y 4).

Por último, como ya se mencionó, la escala de detalle concibe el proyecto técnicamente como un edificio didáctico e inteligente, que incluye una estructura en concreto reforzado en el que los materiales se exponen a la vista de manera explícita: concreto, ladrillo, redes hidráulicas, sanitarias, de incendio, eléctricas, de automatización y de control.

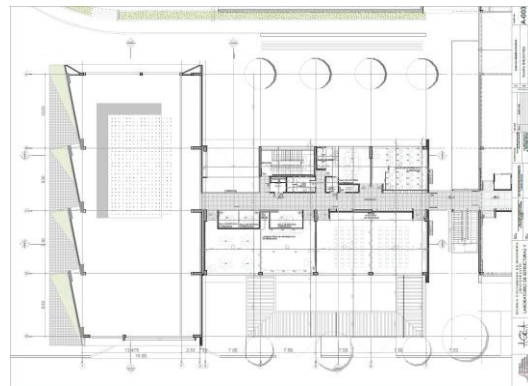
La cubierta del edificio, de 1080 m<sup>2</sup>, utilizada para el montaje de paneles solares, ha permitido la construcción de un Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica para la maestría de Ingeniería Eléctrica. El sistema tiene una capacidad instalada de 110 kW, aproximadamente.



**Figura 1.** Planta del primer piso.



**Figura 2.** Planta del segundo piso.



**Figura 3.** Planta del tercer piso.

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO

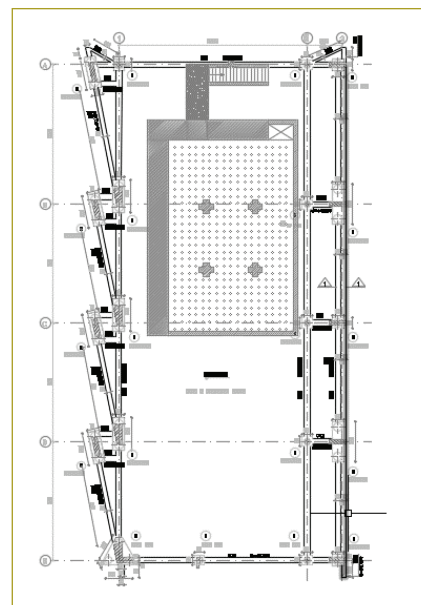
### Nave principal

En el edificio de la nave principal se construyeron 54 pilotes, de los cuales 31 pilotes están ubicados en el perímetro de la nave principal, tienen un diámetro de 0,60 m y profundidades que varían entre 28 y 40 m; los restantes, que soportan el muro de reacción, se describirán más adelante. Las vigas de cimentación del laboratorio tienen una altura de 60 cm y anchos entre 30 y 40 cm. Seguidamente, se presenta una vista en planta de este espacio de trabajo (figura 5).

Además, el espacio de la nave principal tiene un semisótano y un puente grúa de 20 toneladas; estará dotado con equipos esenciales, como nueve actuadores dinámicos, complementados con un sistema de bombeo y refrigeración para su utilización adecuada, los cuales permiten generar cargas y desplazamientos dinámicos en estructuras que haya que analizar; también se cuenta con una máquina universal, mesa vibratoria, etc.

La fachada de la nave principal está hecha en ladrillo y concreto a la vista. El costado norte tiene una gran fa-

chada en vidrio, en tanto que por el costado sur se tiene una puerta enrollable de más o menos 10 m de altura.



**Figura 4.** Planta de la nave principal. Muro de reacción.

## Muro de reacción

Para la cimentación del muro de reacción se construyeron 23 pilotes de 70 cm de diámetro, con longitudes que varían entre 40 y 46 m, y cada uno soporta entre 69 y 156 t. Sobre ellos se construyó una placa aligerada de 1,20 m de altura, placa en la cual nace el muro de reacción. Sobre esta placa se construyó un semisótano de 2,0 m de altura, espacio dispuesto para realizar maniobras de amarre y transición de los trabajos que deben hacerse por encima de la placa de piso fuerte de 1,2 m de altura y en el que se anclarán las estructuras que se van a ensayar en el muro de reacción. Este muro está diseñado en forma de L, con el fin de probar elementos en dos direcciones, simulando un sismo o similares. El muro, que tiene un espesor de 1,5 m, y una L con longitudes de 15,5 m y 8,7 m, respectivamente, y 13 m de altura, se construyó con concreto autocompactante y fluido de 6000 psi, con macro- y microfibras para controlar los cambios de temperatura durante los procesos de curado. Para permitir el anclaje de las estructuras que se puedan ensayar, en toda la superficie del muro se tienen pasadores, distribuidos cada 0,50 m.

## PROCESO CONSTRUCTIVO

Por ser un muro con espesor de 1,5 m, altura de 13 m y una L con longitudes de 15,5 m y 8,70 m, en ese orden, según la clasificación de la ACI, un concreto masivo autonivelante fue el más adecuado. Como se sabe, para este tipo de concreto fue necesario tener ciertas consideraciones y cuidados especiales debido al notable incremento en la temperatura durante su proceso de curado.

Para conocer los posibles incrementos de temperatura, se construyó un cubo de prueba de 1,5 m de lado, con tres termocuplas ubicadas estratégicamente, para permitir el monitoreo en tiempo real. Con los resultados obtenidos, el proveedor y el asesor en concretos contratado por la Escuela ajustaron la mezcla, para no tener contratiempos en los procesos constructivos del muro.

El proceso de fundido del muro se estableció en cuatro etapas. En la primera etapa se fundió la placa aligerada de cimentación, con 1,0 m de altura. Las restantes fundidas se efectuaron en alturas de cerca de 4 m cada una. En cada uno de los tramos fundidos se instalaron estratégicamente termocuplas para obtener mediciones en tiempo real, con el objetivo de revisar el gradiente

de temperatura adecuado para el desencofrado y para que el muro de reacción no presentara grandes choques térmicos, teniendo en cuenta los grandes cambios de la temperatura ambiente.



**Fotografía 2.** Muro de reacción, nave principal.

## Edificio de apoyo

La cimentación de este edificio está compuesta por 61 pilotes que tienen una longitud de 30 m, para soportar cada uno cargas de aproximadamente 50 t. La sección de las vigas de cimentación para este edificio es de 0,35 × 0,60 m.

Las fachadas norte y sur del edificio son en aluminio y vidrio traslúcido y la fachada oriental está concebida arquitectónicamente con pañete a la vista.

En los espacios del primer piso se encuentran un túnel de viento y diferentes laboratorios que permiten realizar ensayos de estructuras y materiales.



**Fotografía 3.** Laboratorio de Materiales.

Aquí se encuentran los laboratorios de cementos, de ensayos de compresión y tensión, RAS, microscopía y un espacio para la mesa vibratoria. Adicionalmente, se tienen cuatro cuartos con temperatura y humedad controlada, necesarios para el diseño de mezclas.

En el segundo piso del edificio, los espacios están distribuidos de la siguiente manera: Laboratorio de Modelos con capacidad para 40 estudiantes, 11 oficinas para profesores e investigadores, 5 puestos de trabajo para asistentes graduados y sala de reuniones.

En el tercer piso se encuentra el laboratorio de cómputo de estructuras con 40 puestos de trabajo, un laboratorio con 50 puestos de trabajo para el programa de Ingeniería de Sistemas, un auditorio divisible y con capacidad para 90 personas, una sala de teleconferencias y 3 salas de trabajo colaborativo.



**Fotografía 4.** Laboratorio de Ingeniería de Sistemas.



**Fotografía 5.** Pasillo del tercer piso.

Sobre la cubierta de 1000 m<sup>2</sup> en lámina Monowall de 30 mm se apoyan los 318 paneles solares, que junto con 4 inversores y 2 transformadores conforman el sistema de energía solar fotovoltaica, cuya capacidad instalada, como se mencionó, es de 110 kW.

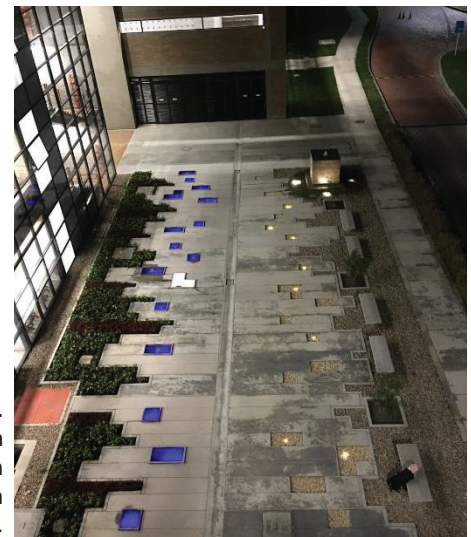


**Fotografía 6.** Paneles solares sobre la cubierta del edificio.

El edificio cuenta con un patio de maniobras, con áreas para el recibo de muestras y zonas de depósito de materiales. En este espacio se encuentran los tanques de curado y es posible hacer diferentes montajes y la preparación de mezclas.

En el costado sur del edificio se construyó la vía de servicio. Tiene una longitud de 200 m y un ancho de 5 m. A la entrada de la nave principal se construyó un sobrancho de 10 m para permitir las maniobras que deban realizar los vehículos de carga que deseen ingresar a la nave principal.

La entrada principal al edificio de Laboratorio de Estructuras y Materiales es un juego de lozas rectangulares en concreto de 50 cm de ancho, con figuras ortogonales en las que se construyó un cubo fuente en concreto, 16 fuentes de agua, 16 fuentes en piedra y bancas de concreto. Este espacio está decorado con jardines de hiedra, sietecueros rastroso y **árboles** de falso pimienta, que generan un ambiente muy tranquilo.



**Fotografía 7.** Panorámica de la entrada principal de la plazuela.