

**ESCUELA MEDICINA  
UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ, CAMPUS ARICA**

# CUESTIÓN DE PIEL

— El encargo de la nueva Escuela de Medicina de la Universidad de Tarapacá, campus Arica, vino de la mano de un desafío técnico de gran complejidad. La protagonista fue una piel bioclimática que consideró un despliegue de ingeniería y modelamiento en BIM.

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**E** **N ARICA** se levanta el nuevo campus de la Escuela de Medicina de la Universidad de Tarapacá (UTA). Desde el año 1995 que la casa de estudios se encuentra ampliando sus dependencias, reemplazando construcciones existentes por edificios de mediana altura, todos bajo una filosofía de arquitectura bioclimática.

Así lo señala Juan Ruiz González, Constructor Civil e Inspector Técnico de Obras de la UTA, “éste es uno de los proyectos más importantes de los últimos 15 años, es una obra que marca un hito en la región, particularmente por la arquitectura y la membrana exterior que le da el distintivo al edificio”.







La estructura de hormigón armado del edificio debía dialogar con la estructura metálica, para ello el inmueble tiene vigas de hormigón con inclinaciones verticales de la estructura de la piel, mientras que las losas que conforman terrazas en cada piso del edificio, tienen inclinaciones horizontales, ambas para seguir la forma de las pirámides que forman en definitiva la piel.

El diseño de la estructura metálica consistió en mantener las vigas metálicas horizontales que conforman el anillo, sumado a perfiles metálicos verticales denominados costillas, ambas estructuras van dando forma a las pirámides, como estructura soportante, ambas denominadas Estructura Primaria.



Justamente el concepto arquitectónico de la escuela “está dado por la instalación de una piel envolvente, membrana bioclimática que regula la temperatura interior de la exterior. Detrás de la piel, el diseño es el de un edificio de hormigón a la vista, de 5 pisos, un subsuelo, más 4 pisos superiores”, indica el profesional de la Universidad.

Este se transformó en el gran desafío técnico del proyecto. El diseño de arquitectura de la membrana estaba conformado por once pirámides truncas cuyas bases mayores daban hacia el vacío, es decir, hacia el exterior del edificio, mientras que las menores conectan con la estructura de hormigón.

Originalmente el proyecto contemplaba una piel de hormigón armado. “Esta estructura cubría las cuatro fachadas del edificio, una estructura de concreto que no tenía los suficientes elementos de sustentabilidad que permitiría su estabilidad en el tiempo, por lo que se hizo necesario el cambio de su materialidad”, comenta Jorge Niemann, gerente general de constructora Guzmán y Larraín Ltda, encargada de ejecutar el proyecto.

Luego de un arduo trabajo interdisciplinario, se llegó a la conclusión de que “la forma adecuada de resolverlo y poder construir esta envolvente, dada su geometría compleja, era utilizando una es-

## FICHA TÉCNICA

### ESCUELA DE MEDICINA DE LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA

**Dirección:** 18 de Septiembre 2222, Campus Saucache, Arica.

**Mandante:** Universidad de Tarapacá (UTA).

**Constructora:** Empresa Constructora Guzmán y Larraín Ltda.

**Arquitectos:** Rodrigo Jarufe; Balby Morán.

**Calculista:** René Lagos Engineers.

**Monto inicial del contrato:** 9.455.994.813 de pesos (IVA Incluido).

**Fecha inicio contrato:** 17 de Octubre del 2016.

**Fecha término contrato:** 28 de Septiembre de 2018.

**Obras Húmedas e Instalación Tabiques:** Reimundo Bórquez.

**Colocación de Moldajes:** Jaime Larrondo.

**Instalación Eléctrica:** Instec Ltda.

**Instalación Sanitaria:** CyT Ltda.

**Instalación Gas:** Lipigas Ltda.

**Pinturas:** RVA Raúl Velásquez Ayala EIRL.

**Pavimentación:** Procer Ltda.



**Sobre este elemento se montó la estructura secundaria conformada por perfiles omega de aluminio verticales sobre las costillas, siguiendo la orientación de la piel, las cuales reciben las placas de Composite, que corresponde a un panel de aluminio compuesto, por un alma de poliuretano (PVC) y una lámina de aluminio por cada cara del panel.**

estructura metálica portante cubierta de una piel de aluminio”, destaca Guido Balseca, administrador de obra de la constructora.

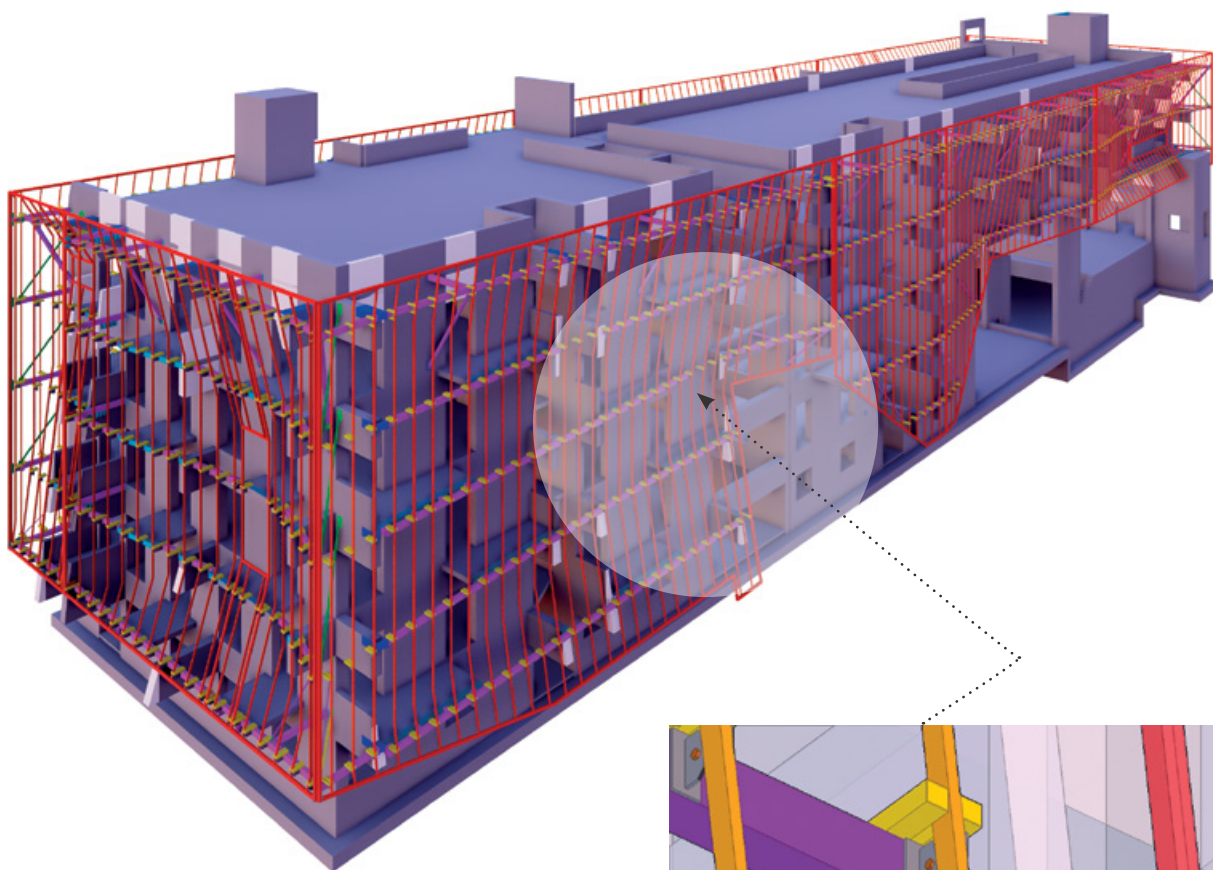
### **PIEL DE ALUMINIO**

Se definieron dos diseños para abordar este reto. El primero consistió en vigas metálicas que conformaban un anillo en cada nivel de piso del edificio, las cuales a su vez recibirían dos marcos compuestos por perfiles metálicos tubulares cuadrados, diseño que fue desechado por su inviabilidad.

“El segundo y definitivo diseño consistió en mantener las vigas metálicas horizontales que conforman el anillo, sumado perfiles metálicos verticales denominados costillas, ambas estructuras van dando forma a las pirámides, como estructura soportante, ambas denominadas Estructura Primaria. Sobre estas se montaría la estructura secundaria conformada por perfiles Omega de aluminio verticales sobre las costillas, siguiendo la orientación de la piel, las cuales reciben las placas de Composite, que corresponde a un panel de aluminio compuesto, por un alma de poliuretano (PVC) y una lámina de aluminio por cada cara del panel”, destaca Eduardo Briceño, gerente de Estudios de Guzmán y Larraín.

El diseño estructural consistió en que cada cuerpo era sostenido por el marco superior mediante conexiones fijas a las vigas que forman el anillo perimetral en el nivel cubierta del edificio. “En los restantes niveles del edificio las conexiones de las costillas a las vigas del anillo perimetral son del tipo deslizantes para absorber movimientos sísmicos, dilataciones y efectos del viento, las cuales a su vez tienen la función de mantener la verticalidad del perfil para evitar deformaciones debido a su esbeltez”, recuerda Heriberto Rothkegel, visitador de obra de Guzmán y Larraín.

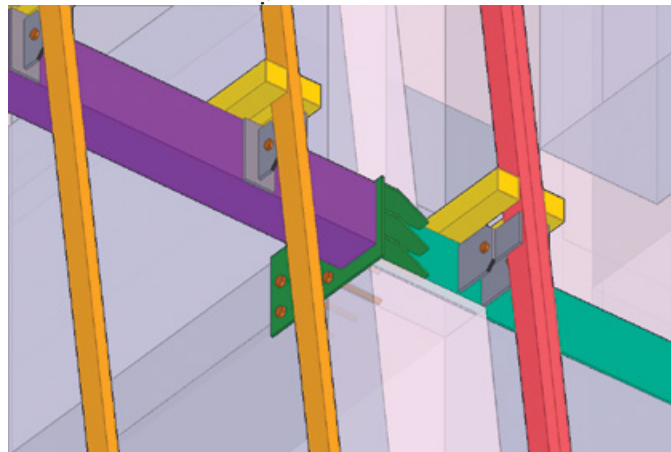
Al estar colgando toda la estructura metálica de “una viga madre en el nivel de terraza del edificio y por estar controlada la deformación hacia abajo por el sistema de deslizamiento de las costillas, estructuralmente el diseño permite que haya una componente de mitigación de sismos y vientos”, indica Jorge Niemann.



Toda esta estructura debió ser montada con un nivel de precisión tal que requirió permanentemente de topografía georreferenciada, puesto que el margen de error para la estructura metálica está dado por los requerimientos de montaje de las placas de aluminio compuesto, las cuales no permiten más de 8 mm en los más de 18 metros de largo, en algunos casos, del perfil.

Los componentes de esta envolvente fueron fabricados en España en la empresa Stacbond. La fabricación propiamente tal comenzó con la recepción del detallamiento, enviado por Rubiclad Chile, encargados de la fabricación y despacho vía terrestre desde su fábrica ubicada en Santiago de Compostela hasta el Puerto de Vigo, para continuar vía marítima con destino al Puerto de Arica “y una vez recepcionado en obra, se procedió a la clasificación y ordenamiento de las planchas, que venían cada una debidamente codificada según su singular y único lugar de instalación, en medio de más de mil quinientas unidades de planchas diferentes una de otra en su forma y tamaño”, detalla Guido Balseca.

Este largo camino fue recorrido en coordinación con todos los participantes del proyecto: la Universidad de Tarapacá, Constructora Guzmán y Larraín Ltda, René Lagos Engineers, la oficina de Detallamiento Detail Engineering Ltda. Ingeniería de Detalle Ltda., Rubiclad Chile (Revestimiento Aluminio compuesto) y la Maestranza EINCOR EIRL (fabricación y montaje de la Estructura Metálica).



**La estructura de soporte debía ser lo más estandarizada posible, lo que se logró usando conceptos de diseño paramétrico y BIM. A partir de una geometría básica de perfiles y conexiones, la totalidad de casos se generan en forma sistemática.**



**La fabricación y montaje de la perfilería metálica y aluminio compuesto, debía ser ejecutada con tolerancias estrictas, para lo cual la documentación técnica no tenía que dejar espacio para interpretaciones.**

## DISEÑO GEOMÉTRICO

La estructura de hormigón armado del edificio debía dialogar con la estructura metálica, para ello el inmueble tiene vigas de hormigón con inclinaciones verticales de la estructura de la piel, mientras que las losas que conforman terrazas en cada piso del edificio, tienen inclinaciones horizontales, ambas para seguir la forma de las pirámides que forman, en definitiva, la piel. Por otro lado, la construcción de la Estructura Metálica (Primaria) soportante del revestimiento de fachada fue dividida en fabricación y montaje. Para la fabricación, luego de que el diseño fuera entregado por la empresa calculista, “pasaba a ser modelado en Tekla Structure, programa de diseño que asiste en la modelación 3D para estructura metálica”, apunta Heriberto Rothkegel. Cada pieza estaba codificada según tipo y ubicación.

Como lo detalla Jorge Villarroel, director de Innovación y Desarrollo de René Lagos Engineers, “la utilización de la metodología BIM en este proyecto, se implementó a nivel geométrico, para lograr la coordinación de la estructura principal de hormigón armado, respecto de la estructura secundaria metálica de soporte, para la piel que envuelve el edificio. La necesidad de utilizar BIM surgió de las singularidades geométricas de las su-

perficie espaciales que componen la piel, lo que hace que su representación en 2D (planos) sea impracticable”.

Adicionalmente, la fabricación y montaje de la perfilería metálica y aluminio compuesto, debía ser ejecutada con tolerancias estrictas, para lo cual la documentación técnica no tenía que dejar espacio para interpretaciones. “Ante este desafío, propusimos la utilización de software de modelación 3D (Tekla y Revit), para la representación gráfica de cada uno de los elementos soportantes que finalmente fueron fabricados y dispuestos en obra”, señala Jorge Villarroel.

Para entender el gran desafío que representó esta piel, se debe consignar que las geometrías del edificio en obra gruesa y la de la piel que lo envuelve, son totalmente diferentes al igual que su materialidad, una de hormigón armado y la estructura de soporte de la piel es de acero. “Los puntos de conexión entre ambas estructuras (soportes de la piel) debían, no sólo garantizar la estabilidad de la piel, sino al mismo tiempo permitir los movimientos diferentes que experimentan ambas, en el edificio por solicitaciones sísmicas y en la estructura de soporte de la piel, por solicitaciones de viento y variaciones de temperatura”, comenta Simón Sanhueza, socio director de Proyectos de René Lagos Engineers.



Adicionalmente por simplicidad de fabricación, montaje y control de calidad, la estructura de soporte debía ser lo más estandarizada posible. “Esto se logró usando conceptos de diseño paramétrico, en que a partir de una geometría básica de perfiles y conexiones, la totalidad de casos se generan en forma sistemática. Esto permitió detallar un gran número de perfiles de geometría diversa, a partir de un concepto repetitivo”, prosigue Sanhueza.

El principal desafío para el diseño de estructuras metálicas con grandes superficies expuestas, son las solicitaciones por efectos ambientales, es decir deformaciones producto del viento y la variación volumétrica por gradientes de temperatura. Para solucionar ambas, de naturaleza claramente distinta, “se ideó un sistema de perfiles verticales 80x40x3 continuos en altura, llamados costillas, y separados a 87,5 cm y apoyados horizontalmente piso a piso. De esta manera se controló deformaciones por viento, respetando la modulación que imponían los requerimientos de las palmetas de aluminio compuesto exteriores, especificadas por el arquitecto”, señala Sanhueza.

Para evitar las tensiones internas inducidas por acortamientos por temperatura, los apoyos de estas costillas piso a piso, se liberaron en su restricción vertical en 2 de los 3 niveles del edificio, quedando en la práctica, siempre colgando de su apoyo superior.

Las solicitaciones por sismo, se manifiestan básicamente, como un desplazamiento entre pisos consecutivos de la estructura principal, para lo cual se diseñaron conexiones a la estructura metálica que actúan como verdaderos mecanismos, que liberan de esfuerzos los puntos de anclaje entre ambos sistemas.

Finalmente las pirámides se armaban en terreno, las que debi-

**El diseño de arquitectura de la membrana estaba conformado por once pirámides truncas cuyas bases mayores daban hacia el vacío, es decir, hacia el exterior del edificio, mientras que las menores conectan con la estructura de hormigón.**

do a sus dimensiones y peso debían ser divididas en dos y hasta incluso en cuatro partes. Para esto con la información de montaje entregada por el detallador, se procedía al armado del marco perimetral, posteriormente recibir las costillas, las cuales mediante sistemas de fijación provisionarios se les daba su posicionamiento. Este conjunto era levantado a través de un sistema de péndulo utilizando grúas auxiliares, debiendo permanecer sujeto hasta que se completaba el calce de cada costilla en cada punto de unión con viga y el marco superior estuviese completamente afianzado.

Una membrana bioclimática envuelve a la nueva escuela de medicina de la Universidad de Tarapacá. Una cuestión de piel. ■

# VIII ENCUENTRO **RELACIÓN MANDANTE** **CONTRATISTA: GESTIÓN CONTRACTUAL** **PARA PREVENIR CLAIMS EN CONTRATOS**

## EXPOSITORES



Fernando Yáñez, Director IDIEM de la Universidad de Chile.

Macarena Letelier, Directora ejecutiva – secretaria general Centro de Arbitraje y Mediación (CAM Santiago).



Rafael Ibarra, Consultor Legal en Infraestructura.

Andrés Arriagada, Subgerente de Contratos Colbún S.A.



Alfonso Ramírez, Gerente de Administración y Servicios Codelco VP.

Carlos Piaggio, Gerente de Infraestructura CChC.



**MIÉRCOLES**  
7 de noviembre  
**2018**

### AUDITORIO

Cámara Chilena de la Construcción (CChC)  
Av. Apoquindo 6750  
Las Condes, Santiago - Chile

**8:30 horas**

Más información:  
[eventos@ccl.cl](mailto:eventos@ccl.cl) • +56 2 2718 7800

**¡NO PIERDA LA OPORTUNIDAD DE ASISTIR A ESTE ENCUENTRO CON EXPOSITORES DE PRIMER NIVEL!**

### ORGANIZAN:



SOCIEDAD CHILENA DEL DERECHO DE LA CONSTRUCCIÓN

### PATROCINAN:



**WAGEMANN**  
ABOGADOS & INGENIEROS

**MOLINA RÍOS**  
ABOGADOS

**URZÚA I CONSTANTINIDIS**  
ABOGADOS



### COLABORAN: