



Un desafío de alto vuelo resulta la construcción de un edificio de complejo diseño, en una zona de preservación ecológica a más de 1.000 metros de altura, y con un plazo de entrega sumamente exigente. La solución consistió en dividir el proyecto en cinco frentes, y ejecutarlos en forma simultánea. A semanas de la inauguración, se puede decir que la planificación se graduó con honores porque sólo quedan detalles para la entrega.

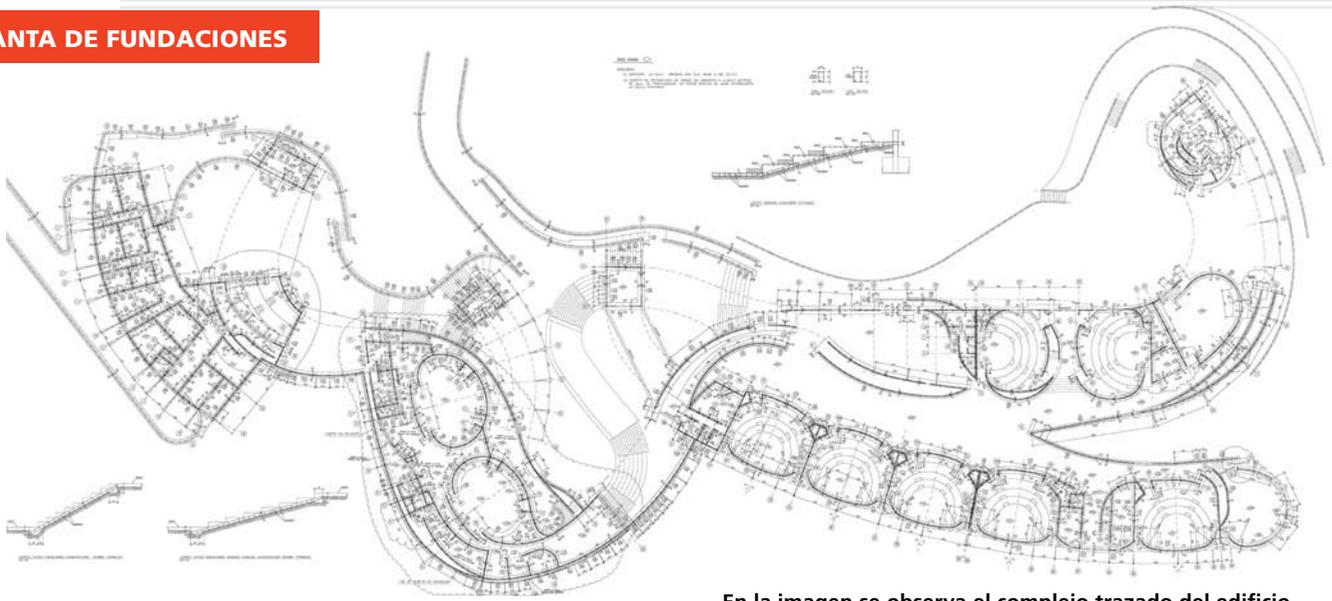


EDIFICIO DE POSTGRADO UNIVERSIDAD ADOLFO IBÁÑEZ

UN MASTER EN PLANIFICACIÓN

MARCELO CASARES
EDITOR REVISTA BIT

PLANTA DE FUNDACIONES



En la imagen se observa el complejo trazado del edificio con numerosos muros curvos.

LA SEDE DE POSTGRADO de la Universidad Adolfo Ibáñez aún no abre sus puertas y sin embargo ya entregó el primer diploma. Sí, porque la planificación realizada para la ejecución de este proyecto requirió de tantos esfuerzos como el más exigente de los MBA. Saque cuentas. Hay que construir un edificio en el faldeo precordillerano de la comuna de Peñalolén, a más de mil metros de altura. Y no es cualquier zona, ya que se trata de un área de preservación ecológica, con un entorno privilegiado y lógicamente con rigurosas medidas de protección de su flora y fauna.

Esto no es todo, porque los retos serían menores si se tratara de un proyecto sin gran vuelo creativo, y de procesos constructivos estándares. Pero aquí la situación es radicalmente distinta. El diseño de José Cruz y Arquitectos Asociados encierra una fuerte inspiración. Se trata de un edificio aterrazado de casi 11.000 m², divididos en 6 niveles, cuyas terrazas albergan los recintos, y se adaptan a las curvas de la cima rocosa donde se emplaza el proyecto. La estructura es íntegramente de hormigón armado, prácticamente sin muros ni líneas rectas sino curvos, con losas tradicionales y postensadas, grandes patios techados de triple altura, y recintos conectados a través de puentes interiores, rampas, escaleras y ascensores. Los números llaman la atención, porque en obra gruesa se emplearon 11.500 m³ de hormigón y más de 900.000 kilos de hierro.

Evidentemente, la tarea no resulta sencilla. Pero aún falta un ítem de peso, de enorme relevancia: El plazo de entrega. Éste es de sólo 15 meses, ya que el inicio de faenas fue en octubre 2005, y el proyecto debe terminarse en diciembre 2006 para que en marzo del 2007 comiencen las clases. Ah, otro dato, cuando se iniciaba la obra todavía faltaban algunos proyectos de detalles de arquitectura, cálculo e instalaciones concluidos.

Al apreciar este escenario surge una sola pregunta. ¿Cómo se construye una obra tan compleja en una zona protegida y con un plazo tan exigente? No, no se confunda, no alcanza con encomen-

FICHA TÉCNICA

Obra:	Edificio de Post Grado Universidad Adolfo Ibáñez
Ubicación de las obras:	Avenida Las Torres 2640, Peñalolén, Santiago
Mandante:	Fundación Adolfo Ibáñez
Empresa constructora:	Constructora Cypco S.A.
Inspección técnica:	PRY INGENIERÍA S.A.
Arquitectura:	José Cruz y Arquitectos Asociados
Cálculo:	Pedro Bartolome Bachelet
Tipo de contrato:	Administración delegada
Superficie edificio:	10.500 m ²
Características de la obra:	Ejecución de la obra gruesa y terminaciones del edificio. Además de éste, se contempla la construcción de la calle de acceso, 700 estacionamientos, y todas las obras anexas de instalaciones, tales como agua potable y su tratamiento, telefonía, datos y electricidad.
Plazo de ejecución:	445 días corridos
Fecha de inicio:	3 octubre de 2005
Fecha de término:	Obra gruesa: 3 de octubre de 2006 Terminaciones: 29 de diciembre de 2006 Obras exteriores: 29 diciembre de 2006
Provedores:	Hormigones – Premix. Moldaje y Andamios – Peri Cubiertas – Icam Ventanas – Kbe Piso linóleo – Hunter Douglas Madera laminada – Ingelam Sanitario – Insac Eléctrico – Propamat Incendio – Schultz



El proyecto presenta más de 300 ejes curvos, prácticamente sin muros rectos. Esto representó un complejo reto en moldaje y hormigonado.

darse a seres superiores. La respuesta se basa en la planificación y sistemas constructivos aplicados. Sin una minuciosa programación de las múltiples faenas involucradas en el proyecto, la ejecución hubiese acumulado notas de color rojo. Pero a pocas semanas de cumplirse el plazo de entrega, se vislumbra una graduación plena de rostros felices.

Instalación de faena

Generalmente se empieza un proyecto de cero. Pero en este caso se podría decir que se comenzó aún más abajo. Tal cual, porque cuando arrancó esta iniciativa, no existía ni una débil huella para llegar al lugar elegido para el proyecto, a 1,5 km de la última calle pavimentada de Santiago. Ni pensar que existieran redes de electricidad, agua u otros servicios. Es decir, estaba todo por hacer. Las faenas comenzaron con la construcción de las calles de acceso, que demoraron cerca de dos meses. Los accesos presentan una pendiente de hasta un 20 por ciento, y cruzan quebradas, zonas protegidas y pequeños bosques que no podían ser talados, elementos considerados para los trazados en terreno.

Como el tiempo apremiaba, ni bien se abrió una huella al sitio de la obra, se inició tanto la construcción de la instalación de faenas, como la del edificio, en paralelo. Se hicieron las vías de circulación internas para acceder a la obra y cajones para atravesar las quebradas.

La instalación de faenas, la primera "pequeña obra", alberga a más de 450 personas. Ésta cuenta con oficinas, sectores para contratistas, vestidores, comedores y baños. Hasta la construcción de los servicios definitivos, la instalación se alimentaba de electricidad a través de grupos electrógenos, de agua potable por medio de camiones aljibes que llenaban a diario estanques de 17.000 litros, y de telefonía e Internet con un sistema inalámbrico IP. Para movilizar al



personal, la constructora responsable del proyecto, Cypco S.A. organizó un sistema de buses que parte desde diversos puntos estratégicos de la ciudad como Puente Alto, Recoleta, Alameda y Maipú. En total, se emplearon más de 15 buses organizados con horarios, recorridos y paraderos definidos.

Edificio y protección del entorno

Desde el inicio de las faenas, uno de los mayores desafíos consistió en una rigurosa protección de la flora y la fauna del entorno. "En cada detalle de diseño y construcción existe una armonía entre la obra y el entorno natural, siendo este concepto una de las grandes premisas del proyecto", afirma Andrés Bravo, administrador de la

obra, por parte de Constructora Cypco S.A. Los ejemplos abundan. Al instalar la faena, una de las primeras tareas consistió en colocar un cerco en todo el perímetro de la obra (más de dos kilómetros), para evitar que animales del sector, como conejos y liebres, pudieran sufrir daños ingresando a la obra, y que posibles desperdicios emanados de las faenas contaminaran el entorno. Más cuidados. Antes de iniciar las excavaciones para las fundaciones del edificio, tuvieron que ser trasladadas todas las lagartijas endémicas que habitaban el sector. Una labor realizada de manera manual y que demoró dos semanas, tiempo en que las faenas estuvieron detenidas. También hubo programas de reciclaje a través de la separación de basura y su disposición diferenciada. En el área destinada a la construcción de 700 estacionamientos, se salvaron los 40 árboles de mayor envergadura y antigüedad a petición del mandante. Por otra parte, las autoridades dispusieron que en compensación por la superficie construida se plantaran y mantuvieran 11.000 ejemplares de especies propias de la zona como boldos, quillayes, espinos y litres. "El cumplimiento de las acciones de protección de la naturaleza y los cursos de agua realizados en conjunto con la Inspección Técnica, fueron supervisados por profesionales de la CONAMA, la Municipalidad de Peñalolén, el SESMA y la Dirección General de Aguas. Además, nos visitaron inspectores del Ministerio de Obras Públicas, que analizaron la totalidad de la intervención de las quebradas del proyecto –que en invierno se transforman en pequeños torrentes después de las lluvias– y su efecto aguas abajo", agrega Andrés Bravo.

Fundaciones

Si alguien pensó que con la instalación de faena ubicada en las alturas terminaban los desafíos, se equivoca, y mucho. Al momento de estudiar el suelo sobre el cual se fundaría el proyecto, se detectó la deficiente calidad del terreno por tratarse de arcilla expansiva, que al hidratarse, modifica su conformación expandiéndose, y desestabilizando las estructuras. Es decir, imposible fundar en esas condiciones. Malas noticias, porque mientras esto sucedía, el reloj no dejaba de correr. Había que actuar, y rápido. Se decidió profundizar las excavaciones hasta la próxima capa de suelo, un material gravoso. Finalmente, fueron en promedio 3 metros adicionales de excavación y rellenos, algo que no estaba previsto. Posterior a las excavaciones se realizaron rellenos con hormigón pobre, para luego ejecutar las fundaciones en las cotas correspondientes.

Por disposiciones ambientales, los casi 20.000 m³ de material extraídos para emplazar el edificio, no se podían arrojar a vertederos externos, así es que éstos se utilizaron para el relleno de vías de acceso y otras faenas, la tierra vegetal se guardó para ser repuesta en los jardines y las piedras de mayores dimensiones quedaron en los patios del edificio y bordes de camino como parte del entorno.

Planificación

Mientras las faenas de fundación intentaban superar los problemas del suelo, en la oficina los profesionales de terreno trabajaban a

Muros de Contención

BOTTAI
SOLUCIONES EN CONCRETO



VENTAJAS:

- Son transportables
- Son reutilizables
- Son fabricados a medida
- Tienen un fragüe controlado a vapor
- Control de calidad en fábrica
- Entrega de certificados de calidad
- Asesoría en la utilización de sus productos



VENTAJAS PARA LA OBRA:

- Ahorro de tiempo
- Menor supervisión
- Exactitud en los costos
- Seguridad en la calidad
- Ahorro de mano de obra



www.bottai.cl

comercialbottai@bottai.cl

Fono: (56-2) 413 1200

Fax : (56-2) 413 1235

toda máquina para planificar una tarea titánica. En primer término se definieron las áreas y los responsables para la ejecución del proyecto. Se determinaron cuatro departamentos:

1. Prevención de Riesgos y Medio Ambiente.
2. Planificación y Producción.
3. Oficina Técnica.
4. Calidad.

Para una mayor coordinación se establecieron sistemas de trabajo controlados, y reuniones diarias entre los responsables de cada área y el administrador de la obra para decidir los pasos a seguir.

Si bien esta ejecución encierra múltiples ítems relevantes, la programación de las faenas resultó clave. En especial, la decisión de avanzar en paralelo con las obras en cinco frentes construidos en forma simultánea. "Debido a los bajos rendimientos que se esperaban por la complejidad de la arquitectura, más la incertidumbre que significaba hacer elementos siempre distintos y un plazo que no podía extenderse, se decidió abordar la construcción del edificio en paralelo" agrega Bravo. Para esto se organizaron cinco equipos de obra gruesa, y una misma cantidad de conjuntos para sus respectivas terminaciones. Cada uno de estos frentes estuvo a cargo de un profesional, todos coordinados por el jefe general de terreno, responsable de planificación y producción. El desafío consistió en armar los equipos en momentos de escasez de mano de obra, en un proyecto alejado del centro de Santiago y manteniendo los costos originales. "No había otra alternativa para cumplir con un plazo tan exigente. Además, había que considerar que por las características del diseño, los rendimientos resultaban sustancialmente inferiores a los de obras tradicionales, e incluso la ubicación impuso dificultades en el abastecimiento de materiales", explica Mauricio Mesías, jefe general de terreno de Cypco.

Vamos por parte. Las particularidades del edificio se manifiestan a simple vista a través de su forma. Cuenta con más de 300 ejes curvos distintos, prácticamente no existen elementos rectos dentro de la



La nieve resultó un elemento pintoresco en la ejecución de la obra. Sin embargo planteó desafíos en el hormigonado, porque esta faena no se puede realizar a temperaturas bajo cero.

obra, y los muros arqueados presentan distintas extensiones de radios entre ellos. Una obra única, que casi no permite repetir ni estandarizar faenas. Entonces, los rendimientos eran bajos, muy bajos en algunos casos. Por ejemplo, la instalación de moldaje promedio de un carpintero al día era de 7,5 m², mientras en un proyecto tradicional se alcanza de 15 a 20 m². El avance en la colocación de concreto también era lento, porque se hormigonaban 260 m³ semanales, en circunstancias en que una edificación estándar supera habitualmente los 250 m³ diarios. La carpintería e instalación de moldaje fue prácticamente una obra artística para adaptarse a las formas de las curvas y encuentros. A esto se puede agregar que la pendiente de la calle de acceso impedía que los camiones betoneros utilizaran su máxima capacidad, porque simplemente derramaban buena parte de su contenido antes de llegar a destino. Tan sólo pudieron transportar 5 cubos de hormigón, de los 7 posibles.

Lo dicho, el moldaje y su instalación representó todo un tema porque los bajos rendimientos se asociaron directamente a las curvaturas de los muros. Para la construcción de los elementos con mayor radio se empleó encofrado especial, que posee planchas con pliegues para adaptarse a los complejos contornos. Para los muros de menor curvatura se empleó moldaje de paneles tradicionales, faceteándolos con cuñas cuando era necesario. La terminación al de-

Los accesos presentan una pendiente de hasta 20%, con quebradas y zonas protegidas en su trazado.





MAYOR RENTABILIDAD PARA SUS PROYECTOS **KRINGS CHILE S.A.**

Líder en Seguridad en Excavaciones

talle se logró variando el espesor del estuco, que se reforzó en algunos sectores. "Una de las faenas que encerró mayores desafíos fue el encofrado, porque al principio se hicieron numerosos ensayos para lograr los muros indicados por diseño y para obtener mejores rendimientos, porque de lo contrario los costos aumentarían considerablemente", acota Mauricio Mesías.

Las grandes luces entre muros, que forman amplias áreas libres, y las escasas columnas que tiene el proyecto se obtienen a través de las postensadas, una técnica que consiste en colocar tubos que contienen en su interior cables de acero. Una vez fraguado el hormigón, los cables se tensan, otorgando alta resistencia a la estructura, sin necesidad de apoyarse en pilares, según lo establecido en el cálculo.

Terminaciones

La planificación no sólo se concentró en las faenas de obra gruesa, porque también se diseñó un riguroso programa para ejecutar las terminaciones. Tampoco en este caso había alternativa, porque el reloj nunca dejaba de marcar las horas. Es más, en forma simultánea avanzaba el hormigonado en algunos frentes, mientras en otros ya se ultimaban los detalles de las terminaciones. Los 11 auditorios del proyecto resultan un claro ejemplo de planificación. "El plazo de entrega apremiaba, y si bien en algún momento pensamos que lo mejor era tener personal especializado en la terminación de auditorios, hicimos una apuesta más arriesgada optando por utilizar trabajadores expertos en cada una de las faenas involucradas con la terminación. Así, logramos una especie de industrialización en esta etapa", sostiene Mesías. Tal cual, mientras en un auditorio se colocaba el cielo, en el otro se terminaban los muros, en un tercero era el turno de las instalaciones y en un cuarto se ponía el piso de linóleo. Tal como si fuera una planta de producción masiva. Esto permitió apurar los ritmos y reducir los costos. Una vez que quedaba lista la sala, se cerraba la puerta para evitar que entrara el polvo de la obra gruesa de rampas y lucarnas.

Las terminaciones cumplieron un rol protagónico para desarrollar el concepto de un proyecto armónico con el entorno y con la naturaleza. Esta línea se aprecia en la utilización de madera nativa para revestir los cielos, como coigue, lenga y mañío, sin patrones de ins-



El equipo que ejecutó la obra. Andrés Bravo, administrador de obra; Mauricio Mesías, jefe general de terreno; Carolina Zagal, jefa de la oficina técnica; Osvaldo Ayala, jefe del departamento de Calidad y Control; Yuri Carvajal, jefe del departamento de Prevención y Medio Ambiente.



ENTIBACIONES METÁLICAS

para la instalación de tuberías y construcción
de estructuras enterradas

(cámaras, plantas elevadoras, etc.)

PROFUNDIDADES ENTRE 2 Y 9 METROS



TECNOLOGÍA EUROPEA PARA MÁXIMA EFICIENCIA Y SEGURIDAD EN EXCAVACIONES

Obras con máxima seguridad

Sistemas modulares y flexibles

Aseguran avances y disminuyen imprevistos

Aplicables a todo tipo de suelo

Anchos y profundidades variables

Ahorro en excavaciones y rellenos

Ahorro en demolición y reposición de pavimentos

Reducción de mano de obra y equipos

ARRIENDO • VENTAS • OBRAS • ASESORÍAS

Américo Vespucio Sur 80 Of. 32 Las Condes
Teléfono: 241 3000 - 624 3434 - Celular: 09 438 8161

Fax: 246 0630 - email: gschrebler@krings.cl

www.kringschile.cl



Las terminaciones de los auditorios se ejecutaron a través de equipos que trabajaron en forma simultánea, especializándose en cada una de las faenas de terminación.

talación definidos. Por esta razón, la constructora tuvo un fuerte trabajo en conjunto con la oficina de arquitectura. “Como el objetivo consistía en contar con un proyecto de perfil artesanal, donde se imitaran formas de la naturaleza, se respetaron las imperfecciones de la madera y los distintos tipos de cortes y empalmes. En las reuniones semanales con los arquitectos se presentaban muestras a escala de los recintos, las cuales se perfeccionaban hasta cumplir con los requerimientos, y tener la aprobación de estos profesionales”, dice Mesías.

Respecto a los patios, la piedra hace de transición entre la naturaleza y el proyecto. Se encuentran rodados de grandes dimensiones, rodeando el exterior del edificio y en las terrazas. También la solución de la cubierta, contempla una capa pareja de 5 cm de espesor de gravilla de canto rodado, mimetizando el edificio con el entorno.

Otros datos. Salvo el frontis de piedra, el resto de la fachada se pinta completamente de blanco con pintura orgánica. Los pisos son de linóleo, pavimento especial en base a corcho y otras resinas, especial para alto tráfico. Las ventanas orientadas hacia la ciudad tienen reducidas dimensiones para semejar cuadros, mientras las orientadas hacia los cerros y la cordillera son de gran tamaño, para disfrutar del paisaje.

Urbanización y Obras Exteriores

Otra parte de las obras, consistió en desarrollar la urbanización y los servicios para el funcionamiento de la universidad. Además de la calle de accesos y servicios, se energizó la subestación eléctrica en media tensión, y se construyeron 700 estacionamientos. Éstos se realizaron en 5 grandes terrazas compensadas, con calles de asfalto y maicillo, y jardines intermedios. Los estacionamientos se conectan con el edificio, a través de huellas peatonales que cruzan quebradas con pequeños puentes.

Para alimentar con agua potable al establecimiento, se compraron derechos de agua de la que-

brada de Macul. El vital elemento se canalizó hasta una planta desarenadora e impulsora, que bombea a través de tuberías de acero por más de 2 kilómetros y 150 m de desnivel hasta un estanque de acumulación de 500 m³. Allí el agua pasa por flocculadores, filtros y cloradores que la potabilizan. Posteriormente baja por gravedad al edificio para su consumo en baños y cocinas. Una vez utilizada, se trata en una planta de aguas servidas, especialmente diseñada y construida para los requerimientos del edificio mientras el excedente se emplea para riego o se devuelve infiltrada a la napa a través de grandes drenes.

Oficina Técnica, Calidad y Seguridad

A pesar de los múltiples desafíos que imponía la construcción de un proyecto de este tipo, en ningún momento se descuidó calidad y sus procesos. La constructora, certificada bajo la norma ISO 9001 – 2000, desarrolló procedimientos que permitieron planificar las faenas con anticipación, y traspasar esta cultura de trabajo a quienes ejecutaban las labores en terreno. La distribución y el control de documentos como los planos, especificaciones, memos, fichas, y otras modificaciones, circularon fluidamente por canales de información que minimizaron los reprocesos y errores. Otro aspecto interesante reside en que se estableció una completa trazabilidad de los ítems

más relevantes de la obra. Por ejemplo, para cada elemento de hormigón armado, se pudo conocer en detalle la fecha de hormigonado, tipo de hormigón usado, camión del que provenía, los resultados de sus ensayos, y los responsables de la faena. Con esto, se contaba con información clave para descimbres especiales debido a elementos en volado o los postensados, para realizar modificaciones y para contar registro de las partidas y poder decidir sobre ellas.



El proyecto se encuentra en la zona de la precordillera, a más de mil metros de altura. Y desde allí se puede apreciar la ciudad de Santiago.

Cuatro reuniones semanales (inspección técnica, arquitectos, contratistas y jefes de área) permitieron identificar las partidas críticas, detectar posibles falencias, y anticiparse con medidas correctivas. "La coordinación es vital en un proyecto con estas características, donde siempre hay cambios y modificaciones, y múltiples frentes y contratos operando en forma simultánea. Por ello, fue vital mantener informados a todos los jefes de área de las programaciones, avances y modificaciones", señala Osvaldo Ayala, jefe de calidad del proyecto.

El aislamiento también impuso retos a la logística del abastecimiento de materiales. Esto debido a que no se podía ir a la ferretería de la esquina a comprar clavos, tanto por las distancias como por la exclusividad de algunos materiales. "Se realizó una planificación de los productos y materiales que eran necesarios para el desarrollo de las faenas, al inicio de la obra. Igualmente, para enfrentar emergencias, solicitamos la colaboración del departamento de adquisiciones de nuestra oficina central en Santiago", señala Carolina Zagal, Jefa de la Oficina Técnica. Los mayores imprevistos en esta área provinieron de las terminaciones porque algunas partidas se crearon a medida que avanzaba el proyecto, y como éstas no eran idénticas, en más de una ocasión hubo que acelerar la entrega de los proveedores de maderas nativas del sur de Chile.

Un último aspecto a destacar consiste en la medidas de seguridad. Entre éstas se cuentan dos charlas semanales a todo el equipo de la obra dictadas por los profesionales del área, recomendaciones diarias de los supervisores, uso obligado de elementos de protección

personal y cumplimiento del programa PEC de la Mutual de Seguridad. "Esto permitió cumplir la meta de los índices de accidentabilidad y siniestrabilidad propuestos, y asegurar la integridad de los trabajadores en todo momento" acota Yuri Carvajal, jefe del área de prevención de la obra.

Cuando la carrera está por llegar a su fin, el balance es positivo. Ya está dicho, las calificaciones más altas quedaron en poder de la planificación. Un diploma bien ganado. ■

www.cypco.cl - www.uai.cl

EN SÍNTESIS

La planificación tuvo un rol determinante en la ejecución de la nueva Sede de Postgrado de la Universidad Adolfo Ibáñez. El proyecto se ejecutó en cinco frentes en forma simultánea tanto en obra gruesa como en terminaciones. A través de esta programación se cumplió con un exigente plazo de entrega de 445 días. Un lapso que parece exiguo si se considera el complejo diseño del edificio, con 300 ejes distintos y casi sin muros rectos, y su ubicación a más de mil metros de altura en una zona de protección de flora y fauna. Además, la construcción representó grandes desafíos en logística, moldaje y preservación del entorno.

BIT 51 NOVIEMBRE 2006 ■ 35

ASFALCHILE



Sistema con membranas **ASFÁLTICAS**, para cubiertas, puentes, terrazas, estacionamientos, fundaciones y canales.



Sistema con membrana **EPDM**, la solución para grandes cubiertas con baja pendiente.



Sistema de revestimiento de **POLIURETANO** para impermeabilizar losas con tránsito.

