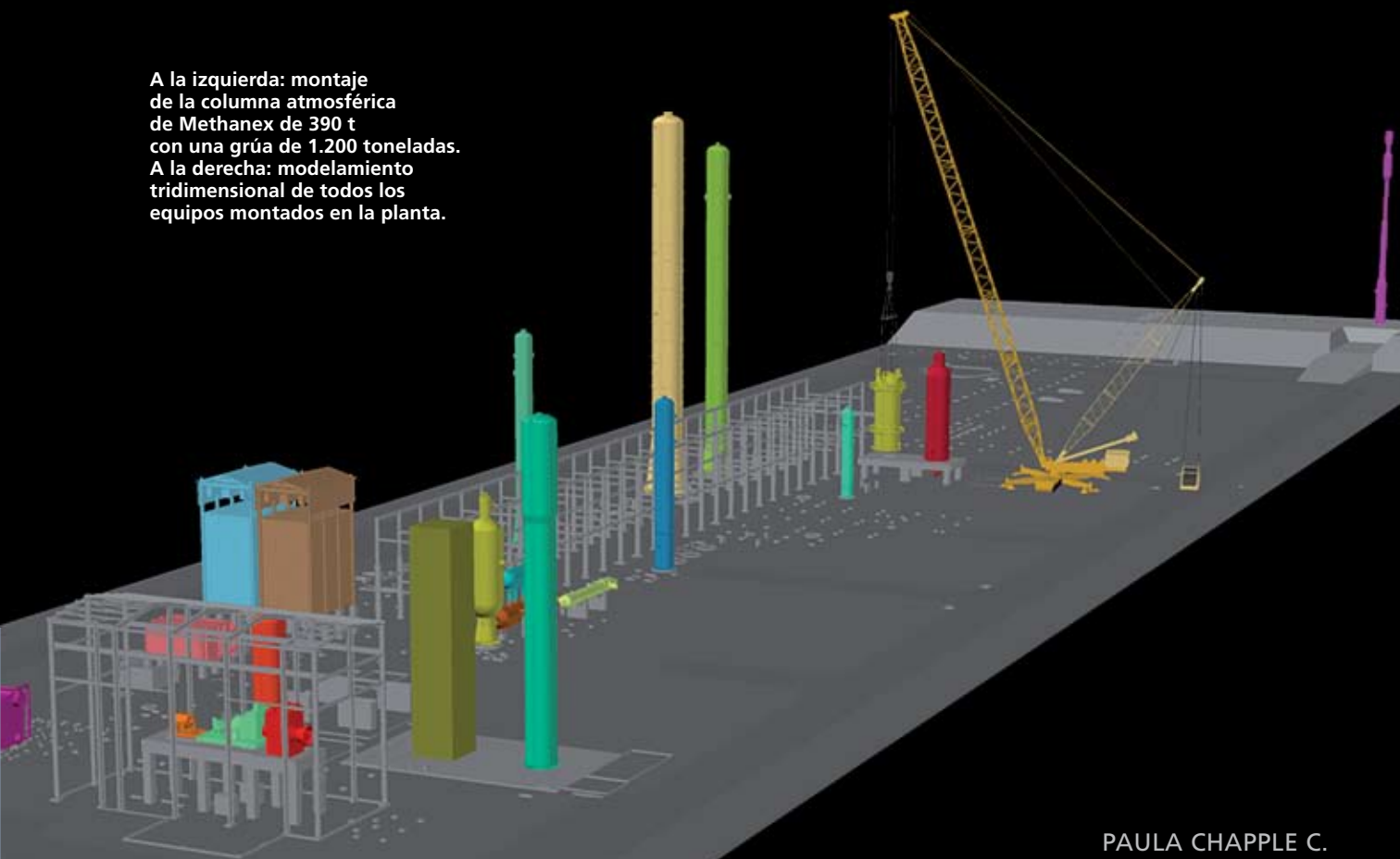


MONTAJE INDUSTRIAL PESOS PESADOS



A la izquierda: montaje de la columna atmosférica de Methanex de 390 t con una grúa de 1.200 toneladas. A la derecha: modelamiento tridimensional de todos los equipos montados en la planta.

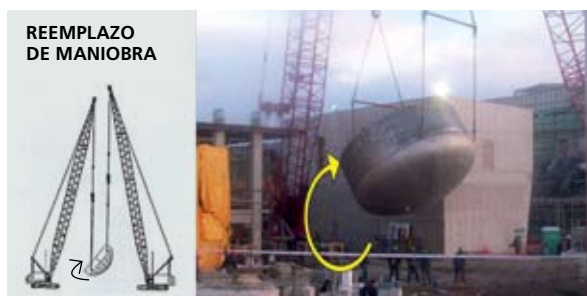


PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT

El montaje industrial pesado o heavy lift consiste en faenas críticas que involucran el movimiento de equipos y estructuras de gran peso, volumen o que se deben instalar a gran altura, en lugares de difícil acceso o que necesitan sincronización entre dos o más grúas. Las condiciones geográficas y climáticas suelen aumentar la complejidad. Una labor monumental que no es para cualquiera, sólo para pesos pesados.

PESOS PESADOS. Gigantescas moles capaces de convertir en polvo cualquier cosa que se cruza en su camino. Pero ojo, los amantes del boxeo saben que no todo es fuerza, también se requiere flexibilidad y precisión. Sí, igual que en el montaje industrial pesado o heavy lift. Hace 20 años prácticamente no existía esta disciplina porque se realizaban faenas sin altos grados de complejidad y sin los actuales estándares de seguridad. Sin embargo, las actuales tecnologías asociadas al desarrollo de la metalurgia, el aumento en las dimensiones de las plantas industriales y las mayores capacidades de traslado de equipos de gran tonelaje, impulsaron el desarrollo de los montajes pesados y sus múltiples aspectos involucrados. Si antes se hacía casi a pulso, ahora se trata de una ingeniería de especialidad. En los últimos años, con el impulso de las empresas del rubro, esta disciplina vivió una interesante evolución reflejada en mayores competencias profesionales, incorporación de avanzadas tecnologías y el empleo de novedosos sistemas de planificación. “La universidad no se ha quedado ajena a este desafío”, señala Carlos Videla, profesor titular del curso Construcción de Obras Industriales de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), quien ha sido un fuerte impulsor de la incorporación de esta temática en la formación de los futuros profesionales del sector construcción.

SECUENCIA DE VOLTEO
Cúpula del "Bottom Head" del Digestor de Pino durante la construcción de la planta celulosa Itata.
 Tiene un peso de 39 t con un diámetro de 9 metros.



GENTILEZA SIGDO KOPPERS/UC

Hay que decir que el levante pesado también conocido como rigging cuenta con particularidades que lo distinguen de la mayoría de las obras de ingeniería. Entonces, ¿cómo definirlo? Para ello, los expertos ponen el acento en tres puntos. Primero. Se trata del izaje y colocación de enormes piezas que requieren ineludiblemente de planificación. Segundo. Son todos aquellos montajes que, en la mayoría de los casos, involucran más de una grúa. Tercero. Se conjugan los conceptos físicos básicos de operación de las grúas con las restricciones geométricas de la maniobra. Es decir, se debe considerar la fuerza para levantar un objeto de gran masa, la distancia desde el centro de giro de la grúa hasta el centro de gravedad del objeto a izar (radio de giro), las dimensiones físicas del equipo a montar, la altura sobre el suelo a que se quiere instalar y las condiciones del entorno como viento, condiciones del suelo, interferencias con otros equipos u obras civiles, entre otras.

El montaje industrial pesado representa una faena única, por las exigencias propias de cada proyecto, por los enormes pesos in-

volucrados, por sobre las 40 t llegando a los cientos de toneladas, por el costo de los equipos involucrados, por las coordinaciones y planificaciones requeridas y sobre todo por el riesgo de vidas humanas involucrados.

En este artículo describiremos el proceso de rigging pesado, considerando planificación, diseño y ejecución. Sí, una tarea titánica, propia de pesos pesados.

Planificación I

En el montaje industrial pesado se parte por "planificar la ejecución del proyecto considerando las necesidades del mandante, evaluar las condiciones y circunstancias que imponen el clima, espacio, entorno, suministros y montaje de elementos importantes. Estos últimos pueden ser pesados, de grandes dimensiones y requerir accesos especiales. Todo apunta a una programación acuciosa", señala Matías Gutiérrez, gerente de construcción de Ingeniería y Construcción Sigdo Koppers S.A. Un ejemplo sirve para graficar la magnitud de esta labor. Para levantar, en la planta de Methanex en Punta Arenas, una torre de 390 t a un gran radio de montaje, se

arrendó una grúa con capacidad de 1.200 t en Venezuela por cuatro meses, cuyo valor de alquiler ascendió a US\$ 3 millones, flete incluido. Por sí sola esta maquinaria necesitó de un montaje especial. Anote: El radio de giro de la cola era de 24 m y el contrapeso de 500 toneladas. Se demoró 14 días su armado. El éxito de la faena se logró gracias a la planificación hecha con meses de anticipación. Una pregunta urgente: ¿cómo incide el montaje pesado en la planificación general de la obra? Los montajes pesados o heavy lift (levante pesado) representan hitos fundamentales en toda obra y, en consecuencia, obligan a monitorear de cerca el avance de las actividades relacionadas. Así, una maniobra de rigging parte en la etapa de propuesta, con las primeras revisiones de los planos de las estructuras a montar. A continuación, el administrador de la obra deberá tener la capacidad de elaborar una estrategia de construcción que defina el programa maestro e incluya múltiples variantes como los plazos de entrega de los equipos pesados a terreno, que condicionan el orden de las faenas, privilegiando unas y postergando otras.

Montaje del domo ubicado en el interior de la caldera recuperadora de la celulosa Nueva Aldea. Se levantaron 138 t a 76 m de altura en un espacio muy reducido.

Aquí el desafío consiste en avanzar en obras civiles, sin que éstas entorpezcan las labores posteriores de levante de piezas monumentales como hornos de cal, turbinas, reactores y domos de calderas, entre otros. Nada fácil. Los especialistas lo saben. "Para montar un equipo que tolera desviaciones máximas a la décima del milímetro en los ejes, se debe planificar el resto de la construcción en base a este hito, se debe ajustar el resto de la construcción al levante pesado de la o las piezas que se van a montar. Por ello, existirá un control exhaustivo, riguroso y preciso de cada etapa de ejecución previa al montaje como la colocación de los pernos de anclaje a través de la topografía de los mismos, en la nivelación de placas de apoyo de equipos mecánicos, y las obras civiles del entorno", apunta Gutiérrez. De lo contrario, no sería extraño que en el montaje la pieza no calce, presente problemas de ajuste o quede fuera de tolerancia dimensional.

De esta manera, queda claro que el éxito de las maniobras de montaje pesado deriva de rigurosos sistemas de aseguramiento de la calidad implementados en la obra. Para equipos complejos o cuyo montaje consta de varias etapas se establece la necesidad de incorporar planes de inspección para todas las etapas previas, con descripción de procedimientos y protocolos para tales actividades. Nada fácil, y todavía hay que hablar de las grúas.

Planificación II

Las monumentales grúas empleadas en montajes industriales pesados constituyen un tema aparte. Al elaborar los estudios de rigging, se define la ubicación final y el desplazamiento



GENTILEZA ECHEVERRÍA IZQUIERDO MONTAJES INDUSTRIALES

de estos equipos. A partir de allí, se planifica hacia atrás. ¿Cómo? Una vez que está definida la posición de la grúa para el montaje, se debe dar respuestas a preguntas como, ¿cuáles serán los accesos para la llegada a obra de las partes de la grúa?, ¿qué grúas auxiliares se requerirán para su armado?, ¿cómo se coordina todo esto con el avance de otras actividades de la obra?, ¿se requerirán mejoras en las capacidades de soporte de los suelos?, entre otras. Una aclaración. Cuando se trata de proyectos de construcción de plantas industriales nuevas, el emplazamiento de las grúas se relaciona en general con la posible interferencia con las obras en las cercanías. En cambio, cuando se trata de ampliaciones o modificaciones a industrias en operación, las obstrucciones se generan con las instalaciones cercanas.

Otro aspecto clave: el desarme de la grúa. Tras el levante pesado, en numerosas ocasiones se desarmen cuando el entorno de la obra se encuentra más congestionado que al momento del armado. En consecuencia, la planificación debe considerar el desmantelamiento de la maquinaria meses más tarde. Nadie lo dirá abiertamente, pero en el sector se suelen contar historias de obras civiles demolidas para retirar una grúa o la destrucción parcial o total de ésta para sacarla por una exigua abertura. Y todo por una mala planificación que no tomó en cuenta el desarme.

Un factor no siempre considerado se centra en la preparación de los accesos hasta el punto de instalación de los equipos. En general llegan sobre camiones rampla, módulos multitejes o camas bajas, que requieren de un camino uniforme y compactado para trasladar cargas que sobrepasan las 70 t en los elementos mayores. Los equipos de alto tonelaje, ya sea sobre orugas o ruedas, requieren de preparaciones del terreno adecuadas a su tamaño y peso. Lo mismo ocurre con los accesos.

Ingeniería I

Es común que una planta minera o de celulosa demande la ingeniería de cientos de planos, donde se detallan las piezas, ensambles y procesos. Por su parte las empresas dedicadas a la construcción de tales plantas desarrollan su propia ingeniería para ejecutar los



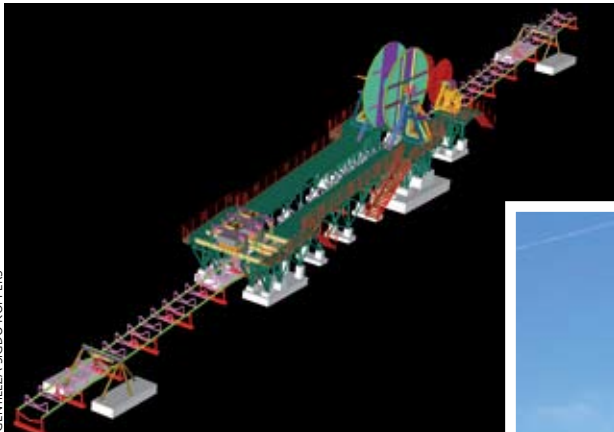
Bomba de Calor, tecnología eficiente para generar Agua Caliente



Soluciones Térmicas
Eficientes

Fonos: (56-2) 699 3799 • 671 1400
672 7910 • 673 5079
569 1576

www.greenetek.cl



GENTILEZA SIGDO KOPPERS

Esta gigantesca estructura fue un traje hecho a la medida para reemplazar el primer tramo gastado de la cinta transportadora en minera Los Pelambres. En total se movieron 3.500 toneladas. Ahora se trabaja en un segundo tramo de 7.000 metros. A la izquierda el modelo tridimensional de la estructura completa.



montajes de los componentes más pesados del proyecto. A la planificación se une la etapa de diseño o ingeniería de rigging. Una pregunta: ¿qué información se requiere a la hora de estudiar un montaje pesado? Veamos. Al partir la obra, se reciben los documentos de los equipos, sus pesos, centros de gravedad y ensamble. A estos se suman los informes de layout y generales del área destinada al montaje.

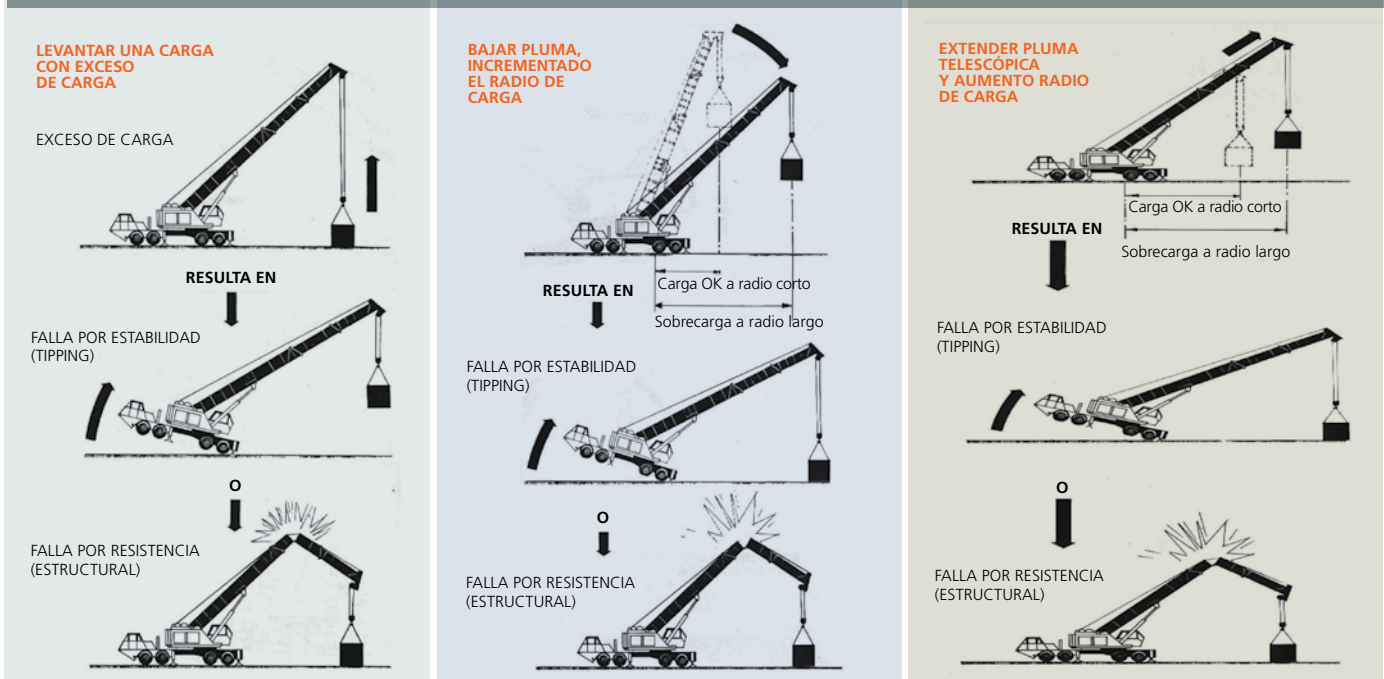
Una vez que se ha recibido esta información, ya se está en condiciones de empezar el Rigging Study. "Este estudio, junto con el procedimiento de montaje, es lo que finalmente recibe el administrador de obra. Contiene desde las variables más importantes para la ejecución del levante, la secuencia de las etapas, accesorios e ingeniería para la fabricación de dispositivos especiales en algunos ca-

sos, hasta el último grillete", comenta Richard Fookes, Ingeniero Consultor de la Unidad de Maniobras Especiales (UME), de Ingeniería y Construcción Sigdo Koppers S.A.

Los fabricantes de los equipos a montar recomiendan aplicar cierta metodología para su montaje, la que deberá adaptarse a las particularidades del proyecto. El rigging se encuentra en etapa de diseño y se empiezan

a estudiar una o más alternativas para los montajes. Los ingenieros especialistas deben plantearse las siguientes preguntas: ¿qué grúas están disponibles?, ¿con qué espacios se cuenta para su emplazamiento?, ¿se requieren más firmas especializadas, en qué áreas?, ¿qué estructuras hay en el entorno? "Esto lo resuelve la ingeniería para el montaje y la construcción", enfatiza Fookes.

VOLCAMIENTO VS FALLA ESTRUCTURAL



GENTILEZA DICKIE DONALD. "MOBILE CRANE MANUAL". CONSTRUCTION SAFETY ASSOCIATION OF ONTARIO. 7th PRINTING 1999

Ingeniería II

La meta es clara: lograr una maniobra satisfactoria. El diseño de ésta involucra múltiples aspectos como los logísticos, de secuencia y aparejos, entre otros. "Indicamos a la obra cómo se deben configurar los aparejos que se engancharán al equipo durante el izaje, a través de estudios precisos, ilustrativos y que indican todos los elementos que se requieren para su armado. Nuestros planos incluyen una lista de materiales donde se detallan sus especificaciones técnicas, junto con el peso de cada uno. Para equipos de alto tonelaje, este peso puede alcanzar a un 7% del total de la carga", comenta Richard Fookes.

En la actualidad, el diseño de maniobras es apoyado por modelación tridimensional a partir de la cual se extrae la información más relevante para conformar los planos de montaje. Literalmente, con estos modelos y planos se vive el montaje antes.

El diseño del rigging parte con el conocimiento detallado de las características de los equipos a montar. Un punto evidente, sin embargo, no es poco frecuente la dificultad para reunir esta información, llegando incluso a rediseñar una estrategia de montaje cuando llegan los equipos a obra.

Las condiciones ambientales son otro parámetro importante a considerar. No es lo mismo montar un equipo en Santiago que en Punta Arenas. "En la planta de Methanex tuvimos que enfrentar vientos de hasta 100 km/hora. En estas condiciones hay que adoptar medidas especiales como considerar el efecto del viento como carga adicional sobre la grúa", explica Martín Contreras, jefe de la UME.

Todo elemento sirve para reproducir imaginariamente la maniobra. "Determinado el equipo, espacios y geometría, habitualmente se hace un modelo tridimensional mediante programas computacionales de modelamiento. Otras veces simplemente hacemos maquetas de cartón, usamos grúas de juguete y se efectúa el ejercicio a escala, a modo de simular la maniobra", expresa Martín Contreras. La simulación utilizando maquetas electrónicas debe entregar copias fieles de lo que será la faena en terreno. Las modelaciones y planos se deben cumplir al milímetro en la práctica. Y esa misma condi-

ción hace de los rigging pesados una labor crítica", señala Contreras.

Ingeniería III

Los cálculos para los estudios de rigging difícilmente se repitan para otro proyecto. Un concepto clarificador. "Hablamos de calcular dispositivos exclusivos para el equipo a montar, algo que haremos seguramente por única vez", indica Fookes. Entre los cálculos asociados a un estudio de rigging se encuentran los pesos involucrados. Por ejemplo, las grúas operan al límite y su capacidad considera carga cuasi-estática, es decir sin movimiento, con condiciones de viento mínimas, entre otros factores. Es decir, una serie de restricciones que inciden en su capacidad real.

Otra línea de análisis y cálculo es la relacionada con la estabilidad de las maniobras, en especial en faenas que incluyen movimientos en tándem y con volteo de piezas. De hecho, en ciertos proyectos las grúas se traspasan la carga durante el izaje. "En el caso de los volteos, el análisis de la ubicación del centro de gravedad es esencial para una maniobra exitosa", expresa Osvaldo Rojas, profesor asistente adjunto del curso Construcción de Obras Industriales de la Universidad Católica (PUC).

Ingeniería IV

Existe experiencia extranjera aplicada en nuestro país, pero también hay desarrollos "Made in Chile". Tal cual. No pocos montajes pesados se resuelven con ingenio, porque por una u otra razón, como por ejemplo la falta de espacio, no se pueden emplear grúas, obligando a la ingeniería de rigging a desarrollar mecanismos especiales para materializar la faena. En el año 2007, Minera Los Pelambres encargó a Sigdo Koppers diseñar una solución para reemplazar un tramo de 3 km de la correa transportadora de material, que se extiende desde la mina hasta el Stock Pile (edificio de almacenamiento). Algunos datos: Por la correa pasan 130 mil t de material al día, si las llevamos en camiones de 10 t, serían 13 mil camiones, si cada camión ocupa 10 m, son 130 km, o sea, se están moviendo literalmente montañas. La co-

VENTILADORES



Para un aire naturalmente puro

Soluciones en ventilación.
Rangos entre 100 - 200.000 m³/hr,
para aplicaciones industriales,
comerciales, civiles y residenciales

TECNOLOGÍA SUECA



- Sistemas de Energías Sustentables
- Aire Acondicionado de Confort y Precisión
 - Pisos Sobre Elevados
- Sistemas de Mantenimiento Preventivo

www.klima.cl

HURTADO RODRIGUEZ 351
SANTIAGO - CHILE / CASILLA 50840
FONO: (56 -2) 352 5400 / FAX: (56 -2) 352 5423

rea después de 10 años cumplió su vida útil y era urgente su reemplazo. Ya se hizo el cambio del primer tramo de 3 km de correa, moviéndose 3.500 toneladas. ¿Cómo? La solución consistió en diseñar una máquina que constaba de una estructura a modo de gran mesa con dos carretes gigantes, uno que colocaba la correa nueva y otro que recogía la antigua. “Este fue un proyecto donde inventamos todo, desde las unidades más pequeñas hasta las más grandes. La fabricación de la máquina demoró seis meses y la ingeniería cerca de seis meses más”, resume Martín Contreras. Hoy en día la máquina se encuentra en el recinto de la minera, a la espera de su próximo uso que puede ser dentro de 10 años para reemplazar la actual correa.

La logística

Antes de la ejecución hay que solucionar ciertos aspectos operacionales. Por ejemplo, la logística y plazos de armado de una grúa. Los equipos de alto tonelaje constan de múltiples componentes, los cuales deben ser cargados y transportados de forma adecuada, teniendo en cuenta que poseen plumas sobre los 90 m de longitud, plumines, outriggers, orugas, contrapesos que van entre las 40 y 120 t, carretes de cable, entre otros dispositivos. Para la ejecución del transporte de una grúa de alto tonelaje, existe un paso no menor de planificación y tramitación de permisos. Así, la programación de obra debe considerar e informar los tiempos de llegada de los equipos con antelación.

Una vez que el equipo está en obra, el proceso de armado se transforma en una



1

MONTAJE DEL “STOCK PILE” EXPANSIÓN NORTE MINA SUR PARA CODELCO CHILE.

En la secuencia están interactuando seis grúas, dos mayores y cuatro menores, siendo toda la maniobra controlada por radio. Fueron cuatro meses de trabajo desde el movimiento de tierra hasta el montaje.



GENTILEZA SIGDO KOPPERS

2



3

nueva faena que requiere de los elementos para ensamblarlo en su posición final de trabajo o desde donde se moverá por sus propios medios hasta la zona de montaje. “En numerosas ocasiones se debe contar con grúas adicionales a las existentes en obra para el armado de una pieza pesada. Otro aspecto consiste en hacer pruebas de carga de la grúa y validarlo con una inspección en terreno”, expresa José Luis Quiroz, gerente regional para Sudamérica de la empresa Liebherr.

Hay más elementos. La compactación de los suelos donde se emplazarán las grúas. Esto evita problemas de asentamiento, que obligan a reconfigurar el equipo, eventualmente moverlo y volverlo a instalar. “En Nueva Aldea llovía todo el día y nos costó mucho compactar los suelos. En ocasiones tuvimos que sacar

el agua con bombas y apoyar la grúa sobre plataformas auxiliares”, indica Osvaldo Rojas. Un dato clave: cuando las grúas deben ser emplazadas cerca de las caídas de un talud se recomienda alejar el punto de apoyo a una distancia no menor a 1,5 veces la altura de éste; o diseñar y construir muros de contención que eviten el deslizamiento.

Ahora sí, todas las etapas previas cumplidas. Montemos la pieza.

La ejecución

Ya planificamos y diseñamos, ahora entramos en la ejecución del montaje. El profesional de terreno cuenta con los planos de rigging y con un plan visado por un calculista o ingeniero de maniobra con experiencia. “Se cuenta con un plano que establece dónde colocar la grúa y los radios de montaje para las etapas más críticas del levante, el izaje del equipo y cuándo finaliza. Esto permite validar en terreno las capacidades de la grúa y otras variables incluidas en el estudio. Por otra parte, el procedimiento debe ser un manual entendible por todo el personal de terreno. Debe incluir ciertos trabajos y verificaciones previas, la secuencia paso a paso del montaje, y todas las condiciones y tareas que se deben cumplir antes de desconectar la carga de la grúa una vez finalizada la maniobra”, comenta Osvaldo Rojas.

Ahora sí, estamos a segundos de levantar la estructura. Se instruye al personal con pre-

PERSONAL CON EXPERIENCIA

Para una maniobra de rigging exitosa, el común denominador es el trabajo en equipo y la confianza de todos quienes participan en una obra de esta naturaleza. También es fundamental la participación de especialistas en montaje pesado. Los directores de maniobra o rigger de alto tonelaje son personas altamente calificadas, avalados por años de experiencia. Tienen la capacidad de mirar el entorno y fotografiar el cuadro completo, cuentan con un equilibrio visual de saber que las estructuras están donde tienen que estar. No menos importantes son los operadores de grúas y señaleros (riggers). Los operadores son personas muy serenas, que siguen las instrucciones al pie de la letra de parte del director de la maniobra o riggers y que conocen a cabalidad el equipo que operan. El papel de los señaleros es tan vital, que muchas veces el operador de la grúa puede no estar viendo la pieza que tiene por delante y sólo se guía por señales entregadas por el rigger.

EXPERIENCIA DOCENTE

Desde hace más de 15 años que la Escuela de Ingeniería de la UC dicta el curso mínimo "Construcción de Obras industriales", cuyo fin es entregar a los alumnos herramientas para que se puedan desenvolver a futuro en una obra de montaje industrial. Además, desde hace 5 años se incorporó en el curso el desarrollo de un taller de rigging, donde se ha dado énfasis al Montaje Pesado, de manera que los alumnos sean capaces de entrar en la problemática del rigging y desarrollen soluciones aplicables en la realidad, pasando por las distintas etapas, desde la planificación, diseño y ejecución. Este curso integra la visión académica del profesor titular Carlos Videla, con la experiencia del profesional de obras que posee Osvaldo Rojas, tanto en el diseño, planificación y ejecución de las maniobras.

guntas como: ¿todos entienden lo que vamos a hacer?, ¿hay alguna duda?, ¿hay alguien que cree que se cometen errores? "Se hace una arenga, remarcamos que se trata de toneladas suspendidas en el aire y no se puede improvisar", ejemplifica Rojas.

El director de la maniobra asigna funciones, quiénes van a estar arriba esperando la pieza, quiénes van a estar abajo para controlar los efectos del viento sobre la pieza, cómo los operadores de grúas y riggers se van a comunicar entre sí durante el izaje, entre otros aspectos. A pesar de lo que pueda imaginarse, nadie corre, las maniobras se realizan con cierta tranquilidad, los actores ingresan a escena y el director de la maniobra indica cada movimiento. Cuando hay trabajos conjuntos entre dos grúas, es él quien dice qué grúas, cómo se mueven, cuál eleva y cuál avanza. Hay expectativa, en unos segundos el montaje llegará a su fin. Toda la planificación, diseño y procedimiento están a punto de enfrentarse a su examen final. A celebrar, el montaje resultó un éxito.

El heavy lifting constituye un mundo aparte que involucra un sinfín de elementos. En este artículo quedaron varios puntos para abordar en el futuro como la temática de los presupuestos; las tecnologías que demandan este tipo de obras; la seguridad, la calidad y los tipos de contratos. Más allá de los volúmenes y pesos involucrados, el montaje industrial pesado es un arte de precisión, de muchas sutilezas. Es más, los expertos lo comparan con la dirección de una orquesta sinfónica. Eso, una sinfonía ejecutada por pesos pesados.

Conclusiones

1. En los últimos 20 años el montaje industrial pesado tuvo fuerte auge en Chile. Por sus diferentes etapas representa una tarea compleja, que requiere de la especialización

de profesionales que han sumado conocimientos para elegir el equipamiento y los recursos más adecuados.

2. El heavy lift posee una diferencia sustantiva con las obras civiles: son obras particulares e irrepetibles. Por lo tanto, el ingeniero encargado, así como todo el personal involucrado, debe estar capacitado para enfrentar un rigging de alta complejidad, con experiencia previa para planificar y materializar la faena.

3. Resulta clave disponer de los espacios necesarios para permitir el emplazamiento y posterior retiro de los equipos. Tanto es así, que se recomienda realizar la ingeniería básica de los montajes pesados y la selección de los equipos de levante principales antes de iniciar el movimiento de tierras.

4. El trabajo de rigging es una faena que implica el desarrollo de varias etapas. Requiere de planos detallados, de programas, de equipos, de diseño de dispositivos. Esto no se inicia cuando se empieza a levantar una estructura, sino que mucho antes, en la etapa de ingeniería de construcción.

5. El rigging no es sólo levante, sino también diseño, conocimiento y manejo de todos aquellos dispositivos que ayudan al montaje final, como grilletes, cables y otros elementos que interactúan en la materialización de una faena pesada. ■

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Grúas y maquinaria pesada. El peso de la innovación". Revista BIT N° 67, pág. 66.
- "Planta de tratamiento de aguas La Farfana. Huele a nuevo". Revista BIT N° 62, Septiembre 2008, pág. 30.
- "Parque Eólico Canela. El nido del viento". Revista BIT N° 58, Enero 2008, pág. 30.
- "Nueva Aldea. Un gigante terrestre". Revista BIT N° 55, Julio 2007, pág. 28.
- "Montaje Industrial: De la mano del crecimiento del país". Revista BIT N° 35, Marzo 2004, pág. 6.
- Más información y material multimedia en www.revistabit.cl

 hebel

Hormigón Celular en Chile

La más alta tecnología en muros y tabiques



✓ Máxima aislación térmica sin la necesidad de aislantes complementarios.

✓ Muros estructurales y aislantes a la vez.

✓ Alta resistencia al fuego y a la humedad.

✓ Facilidad y rapidez en instalación en obra.