

**ESPECIAL TÉCNICO**

Ilustración: Fabián Ríos



## **ANDAMIOS Y ENCOFRADOS: SOPORTANDO CON MAYOR INNOVACIÓN**

Las tendencias actuales apuntan al uso de nuevos materiales, más ligeros, resistentes a la corrosión y a la humedad, y con mejores propiedades mecánicas. *Por Horacio Acuña*

Un hito en la generación de energía renovable y el proceso de descarbonización se concretó el pasado 21 de marzo con la inauguración del proyecto Horizonte, el mayor parque eólico de Chile y el segundo más grande de Latinoamérica. Con una inversión de US\$900 millones, esta planta, ubicada en la región de Antofagasta, cuenta con una capacidad instalada de 816 MW, gracias a la instalación de 140 aerogeneradores.

Sin embargo, no siempre se visibiliza que, para ejecutar una obra de ingeniería de tal magnitud, es imprescindible el uso de dispositivos estructurales auxiliares, los cuales permiten en este tipo de centrales cimentar las gigantescas turbinas eólicas. Entre ellos destacan los encofrados, estructuras esenciales que, junto con los andamios, constituyen recursos clave de la ingeniería para la construcción de proyectos en la industria energética y minera.

Estos elementos desempeñan un papel fundamental en la seguridad y eficiencia de las obras de infraestructura en ambos sectores. En este artículo, se exploran las tendencias más recientes en cuanto a los materiales empleados en su diseño y fabricación, además de otras innovaciones.

“El uso de moldajes o encofrados y andamios es relevante para las industrias minera y energética, en términos de permitir la estandarización de procesos constructivos que en general son repetitivos, como la construcción de elementos de hormigón y/o estructuras en altura. Esto permite mejorar la productividad de los proyectos de construcción en ambos sectores”, explica Felipe Araya, Ph.D. en ingeniería civil y académico del Departamento de Obras Civiles de la Universidad Técnica Federico Santa María (USM).

Respecto a los beneficios, el docente precisa que el empleo de estas estructuras hace posible optimizar la seguridad y



Foto USM

► Felipe Araya,  
 académico de la USM.



Foto Usach

► Leonardo Brescia,  
 académico de la Usach.



Foto Colegio de Ingenieros

► Miguel Ropert,  
 del Colegio de Ingenieros.

calidad de los procesos constructivos en dichas industrias. "Los procesos de hormigonado con moldajes son capaces de generar elementos de buena calidad y de forma repetible en el tiempo. De igual modo, los andamios permiten el desarrollo de actividades constructivas en altura de forma más segura para la fuerza laboral involucrada", detalla el experto.

#### PROPIEDADES MÁS DIVERSAS

Felipe Araya destaca los progresos logrados en la adopción de nuevas tecnologías constructivas en el último tiempo, por ejemplo, en el caso específico de los encofrados.

"Ha habido avances en términos de materiales con propiedades más diversas para la construcción de hormigones y elementos que suplementan las cualidades del hormigón durante su elaboración. Además, nuevas formas de fabricación de moldajes, como por ejemplo para muros, denominados ICF (Insulated Concrete Forms), y de plástico, que son generados con impresoras 3D. Por último, también se han desarrollado métodos más óptimos de construcción con moldajes con la asistencia de la tecnología BIM (Building Information Modeling)".

Por su parte, Leonardo Brescia, académico del Departamento de Ingeniería en Obras Civiles de la

Universidad de Santiago de Chile (Usach), concuerda en la llegada de innovaciones en este ámbito. Desde su punto de vista, a partir de la introducción masiva de los moldajes industrializados han surgido distintos materiales que buscan dar una mejor respuesta a los procesos constructivos.

"Históricamente los moldajes han sido elementos de acero, que aportan el sustento estructural, y de madera, para las caras de contención. La madera migró rápidamente de soluciones de elementos aislados, como tablones, a otros contralaminados, como terciados o placas fenólicas, siendo estas últimas las preferidas por su durabilidad al agua", comenta el especialista. En tal sentido, añade que como alternativa a los materiales clásicos, en la línea de los metálicos han surgido moldajes ampliamente utilizados en aluminio. "En los usos de madera se ha intentado en base a polímeros, por su bajo peso y resistencia al agua. No obstante, por temas de costos, aún presentan baja penetración en el mercado. Más aún, el uso de moldajes plásticos es solo sustentable si se efectúa desde plásticos reciclados, lo cual aún implica ciertas limitaciones en el mercado actual", asegura Brescia.

Asimismo, el docente de la Usach resalta que en la actualidad se observan tecnologías de moldajes no tradicio-

► "Las plataformas BIM ayudan mucho en el diseño y elaboración de moldajes, pues permiten simular cómo serían utilizados una vez que el proyecto comience a construirse", afirma Felipe Araya, docente de la USM.

## ESPECIAL TÉCNICO

“La tecnología de impresión 3D y diversos softwares en uso permiten hacer diseños a la medida de cada obra específica, para el uso de encofrados y andamios”, sostiene Miguel Ropert, del Colegio de Ingenieros.

nales. Dentro de estas, menciona la impresión 3D, que -según señala- ha revolucionado completamente el mercado. “Por un lado, están los sistemas que directamente imprimen el hormigón eliminando el uso de moldajes y, por otro, sistemas de gran escala que permiten producir hormigones con formas complejas en distintos materiales, como polímeros o metales, logrando un mejor traspaso desde los modelos arquitectónicos a la obra misma, sin necesidad de carpinteros de alta especialidad, y reduciendo problemas por errores de forma”.

En cuanto a los andamios, Brescia estima que el mercado es más tradicional, pero al mismo tiempo subraya que hay países donde se están empleando sistemas distintos, como China, que es conocida por sus estructuras de bambú. “Estas ofrecen una solución más amigable con el medio ambiente y de bajo costo. Sin embargo, tienen problemas en términos de disponibilidad regional y de riesgos a causa de la cultura de su uso, dado que al ser sistemas más artesanales pueden generar accidentes severos”, advierte.

### NUEVAS ALTERNATIVAS

Desde el Colegio de Ingenieros de Chile A.G., Miguel Ropert, presidente del Consejo Especialidad Ingeniería Civil, sostiene que anteriormente

prevalecían los equipos elaborados en madera y metálicos para los encofrados y andamios, pero que hoy se han agregado nuevas alternativas. Entre otras, menciona los materiales compuestos, como la fibra de vidrio y la resina, que son más ligeros y resistentes a la corrosión, y que hace posible reducir el peso total, lo que facilita su manejo y transporte; plásticos de alta resistencia, como el polietileno y el polipropileno, muy tolerantes a la humedad, lo que extiende su vida útil, y aceros de elevada resistencia, que poseen mejores propiedades mecánicas y posibilitan estructuras más delgadas y livianas. Del mismo modo, el representante gremial enumera las ventajas técnicas que se obtienen a partir de estos nuevos insumos. Entre ellas, menciona una disminución del peso, lo que facilita el transporte y la instalación, reduciendo costos de mano de obra y de logística, así como mayor durabilidad de los encofrados y andamios, ya que resisten mejor las condiciones ambientales y su desgaste.

“En general, se ha comprobado una baja permanente de los costos de fabricación, gracias a la aparición de nuevos materiales. Adicionalmente, estos permiten optimizar las condiciones de seguridad, debido al manejo más eficiente de los componentes de los encofrados y andamios, que se colocan siguiendo planos de instalación específicos para cada sector de la obra”, añade.

Por otro lado, desde el Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (ICH) resaltan que las innovaciones introducidas “son especialmente relevantes en el contexto de las industrias minera y energética, donde los desafíos operativos y de seguridad exigen constantemente la adopción de nuevas tecnologías, y constituyen un ejemplo concreto de cómo la innovación puede transformar los procesos constructivos para hacerlos más eficientes y sostenibles”.

Foto: Colibin



En la base del aerogenerador se instala un encofrado para el vertido del hormigón.