

REGIONES

**COMPLEJO SOLAR
CERRO DOMINADOR**

MÁS ALLÁ DEL SOL

El campo solar es de
700 hectáreas aproximadamente.

La energía se capta a través de más de
10.600 heliostatos,
megaespejos que siguen la trayectoria solar con un
movimiento en dos ejes.

El receptor se ubica a **220 m de altura,**
alcanzando la torre una altura total de 250 m.

El sistema de almacenamiento
térmico se compone de
tanques para sales frías y sales
calientes. Es este sistema el
que permite producir
electricidad durante la noche.

FICHA TÉCNICA

COMPLEJO SOLAR CERRO DOMINADOR

Ubicación: Desierto de Atacama, comuna de María Elena, Región de Antofagasta.

Mandante: EIG Global Energy Partners.

Constructora: Acciona/ Abengoa.

Inversión total: USD 1.400 (aprox.).

Puesta en servicio: Mayo 2020.

Capacidad: 210 MW (fotovoltaica en operación más termosolar).

- El proyecto utiliza por primera vez en América Latina la tecnología de Concentración Solar de Potencia (CSP) para la generación eléctrica. Su operación evitará la emisión de unas 870 mil toneladas de CO₂ al año. Grandes desafíos logísticos en el desierto más árido del planeta, incluida la construcción de una de las torres más altas de Chile en hormigón armado.

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT

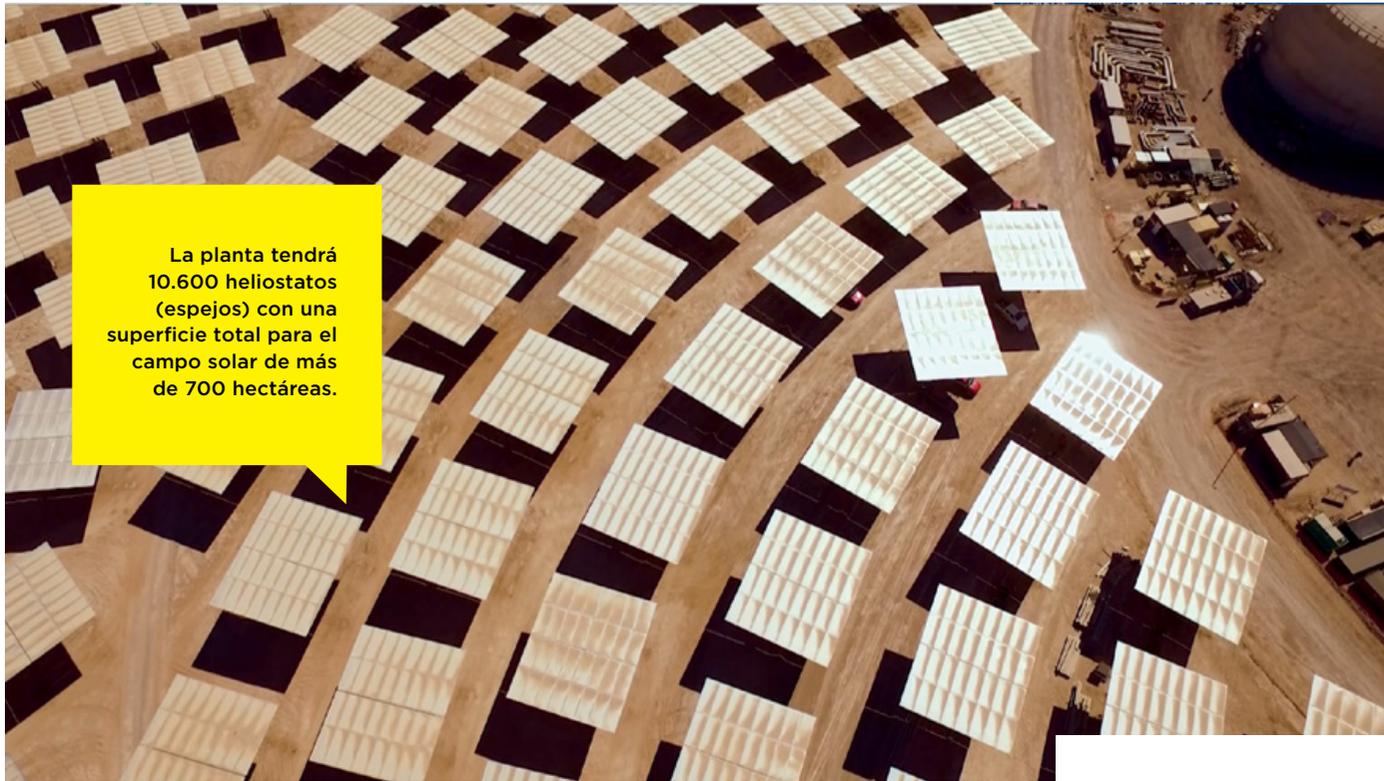
C

ON UN 80% de avance a agosto pasado, se proyecta para mayo de 2020 la puesta en marcha de la totalidad del Complejo Cerro Dominador, compañía de EIG Global Energy Partners, en la región de Antofagasta.

Se trata de una central que, por primera vez en América Latina, emplea la tecnología de la Concentración Solar de Potencia (CSP) para la generación eléctrica a través del vapor que genera el calentamiento de sales fundidas, accionado por la radiación solar.

El complejo está formado por una planta fotovoltaica con una capacidad de 100 MW (ya en operación) y por una termosolar de 110 MW de capacidad y 17,5 horas de almacenamiento térmico (en construcción). En conjunto, el campo solar alcanza las 1.000 hectáreas.

FOTOS GENTILEZA CERRO DOMINADOR



La planta tendrá 10.600 heliostatos (espejos) con una superficie total para el campo solar de más de 700 hectáreas.



CAMPO DE HELIOSTATOS

La principal característica de la planta termosolar es que, a diferencia de la fotovoltaica, soluciona el problema de la intermitencia, pudiendo producir energía incluso sin la presencia del recurso solar, esto es en horarios nocturnos.

La planta tendrá 10.600 heliostatos (espejos) con una superficie total para el campo solar de más de 700 hectáreas. “Los heliostatos concentran la radiación solar en el receptor solar, ubicado en la parte superior de una torre de 250 metros de altura. La radia-

ción se emplea para calentar sales fundidas utilizadas para generar vapor con el que se alimenta una turbina de 110 MW que genera electricidad limpia”, señala Fernando González, gerente general de Cerro Dominador.

Cada heliostato está conformado por 32 espejos que siguen la trayectoria del sol con un movimiento en dos ejes. La planta fotovoltaica en tanto, consta de 392.000 paneles que captarán la energía del sol para transmitirla a la red.

Los heliostatos tienen una fundación a partir de la cual se desprende una estructura metálica convencional reticulada. “Esta soporta un panel de 140 m² y sobre este se colocan espejos. Estos se diseñaron en base a un coeficiente de reflectividad con 32 espejos por panel”, añade González.

TORRE DE HORMIGÓN

Una de las grandes protagonistas del proyecto, es la torre de hormigón armado. “Se trata de una de las torres más altas de Chile construida en hormigón armado, desde la cota 0 a la cota 210”, destaca Fernando González. De acuerdo a los detalles del proyecto, desde la cota 210 a la 250 se establece el espacio para el alojamiento del receptor solar.

El diseño de la torre está ligado a la propuesta conceptual de la planta. La torre de hormigón, hueca por dentro, posee un espacio central interior que posibilita el izado del receptor en fase de construcción mediante un sistema hidráulico ubicado en la parte superior. En dos de sus caras hay una apertura en forma de diamante.

“El único medio constructivo para ejecutar una torre de esta altura, y en un plazo tan reducido, es mediante el uso de encofrado deslizante. El método de los encofrados deslizantes se caracteriza por el desencofrado rápido del hormigón en cuanto éste tiene la resistencia suficiente para soportar el peso del hormigón fresco que tiene encima sin deformarse, siendo el objetivo que



Cada heliostato está conformado por 32 espejos que siguen la trayectoria del sol con un movimiento en dos ejes.

esto se produzca en las siguientes 4 a 8 horas después del vertido de éste en el molde deslizante”, señala a Revista BiT Héctor Berlangieri, International Project Director de Abengoa Energía.

PERI fue la empresa contactada por Maracof (España) para realizar los diseños de ingeniería de encofrados especiales a utilizar en la coronación del Octógono de la Torre Solar, cuya dificultad de realizarlos a más de 200 metros de altura, demandaban de un alto grado de precisión y seguridad para su ejecución.

Para ello, “se realizaron diseños de fabricación y cálculo de paneles de encofrado VARIO/GT especiales, con negativos de dimensiones considerables, que fueron fabricados en planta de PERI Colina Santiago y trasladados posteriormente a obra. Se utilizaron plataformas de encofrado CB240 como apoyo para su montaje seguro. Con este equipo, sumado al gran grado de especialización del ejecutor de obras civiles, se logró en tiempo récord, terminar el hito de coronación de la torre, que actualmente sigue en ejecución para su posterior puesta en marcha durante el próximo año”, adelanta Agustín Hola Berríos, gerente Zona Norte de PERI Chile.

La determinación de la velocidad de desliza-

KRINGS
CHILE

Solución Integral en Entibaciones Metálicas

- Sistemas de cajones KS-60 (Para bajas profundidades)
- Sistemas de cajones KS-100
- Sistemas con guías deslizantes:
 - Sistema corredera (4-6 metros)
 - Sistema paralelo (5-8 metros)

Sistema esquinero para pozos, cámaras y plantas elevadoras

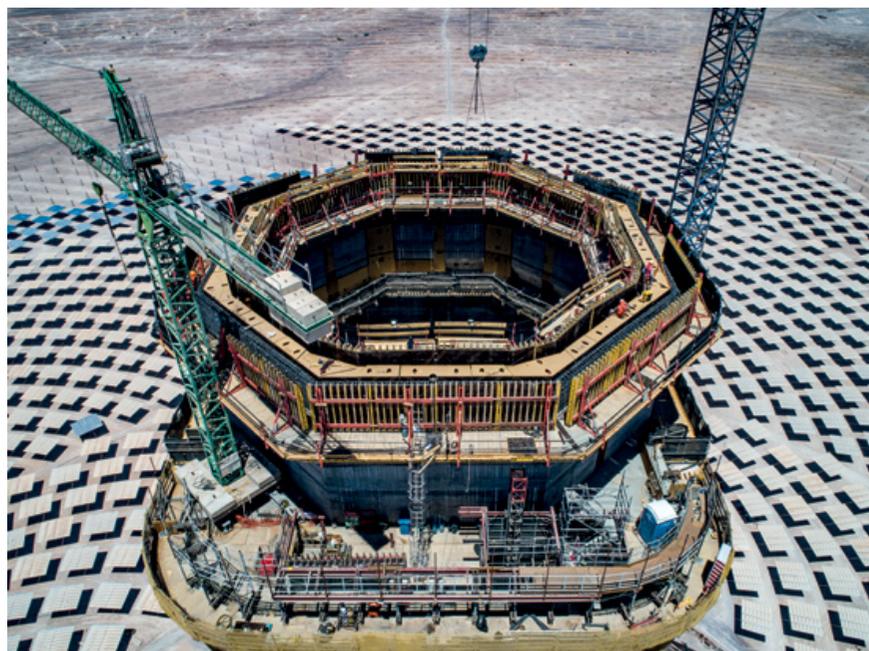
RAPIDEZ
SEGURIDAD
EFECTIVIDAD

Casa Matriz

Flor de Azucenas 42 OF. 21 - Las Condes
Fono: (56 2) 2241 3000 - 2745 5424

Guillermo Schrebler
gschrebler@krings.cl

www.krings.cl



GENTILEZA PERI

Para sortear con éxito la altura de la torre y su verticalidad, el único medio constructivo para ejecutarla, en un plazo tan reducido, fue mediante el uso de encofrado deslizante.

miento fue uno de los asuntos fundamentales para el correcto dimensionamiento de los medios y equipos necesarios en obra, y uno de los factores esenciales que la condicionan es el tiempo de endurecimiento del hormigón.

“Uno de los aspectos más importantes durante la ejecución del fuste fue el control de la verticalidad de la estructura, debido fundamentalmente a que el encofrado deslizante avanza con una velocidad importante. Al tratarse de una obra de gran altura y complejidad, fueron necesarias plomadas ópticas (instrumentos que se utilizan para verificar la verticalidad) cuyas dianas se fijan bajo la plataforma de trabajo”, comenta Héctor Berlangieri.

Para el caso del fuste de la torre, este aspecto tenía especial importancia, ya que se requerían varias fórmulas de trabajo que permitieran fraguar en el tiempo deseado, al tratarse de una construcción de encofrado deslizante. Así, el hormigón para el deslizado debía adaptarse a las circunstancias de la obra: geometría de la torre, rendimiento esperado en la puesta en obra del acero de refuerzo y rendimiento esperado en la puesta en obra del hormigón.

En este aspecto, la torre tenía muchos elementos que dificultaba su ejecución: multi-

tud de placas embebidas, zonas de refuerzos de armaduras y, sobre todo, la adaptación a la llegada al hueco de diamante. Sobre la base de ello, se tuvieron que conseguir fórmulas con tiempos de endurecimiento adecuados al ritmo de trabajo, pero que permitiera el proceso de deslizado.

En el uso del encofrado deslizante se deben tener en cuenta dos factores en relación al hormigón, directamente vinculados con la velocidad de deslizamiento. En primer lugar, el hormigón que aparezca por debajo del encofrado deberá tener la suficiente resistencia para soportar su propio peso, lo cual se controla a través de un especialista que chequea la situación de fraguado del hormigón que hay en el interior del encofrado.

En segundo lugar, el fraguado del hormigón debe producirse a un mismo nivel en todo el perímetro encofrado, siempre por debajo de la mitad de la altura del encofrado y por encima del borde inferior de este encofrado.

Para mejorar la superficie obtenida con el empleo de encofrados deslizantes, “se utilizó un hormigón con la mayor proporción de finos posible y la relación de agua-cemento adecuada para obtener la resistencia requerida pero que, además, permitiera una óptima trabajabilidad y no generase una elevada fricción entre el hormigón y los encofrados”, complementa el ejecutivo de Abengoa Energía.

LOGÍSTICA EN EL DESIERTO

Para el suministro de hormigón de la torre, sujeto a las necesidades de avance en la ejecución con el encofrado deslizante, se constituyó en obra una planta dosificadora de hormigón, con apoyo de una planta de hormigones en Ca-



CÓMO FUNCIONA

Concentración solar mediante espejos dirigidos a un punto, el receptor situado en la parte superior de la torre.

Absorción de la radiación calentando una corriente de sales fundidas frías hasta una temperatura de 565° C.

Almacenamiento de las sales calientes en un sistema de tanques.

Extracción de sales calientes de los tanques para transferir el calor al agua y crear vapor.

Generación de energía eléctrica mediante una turbina de vapor.

lama, destinadas a la elaboración de los hormigones a partir de las formulaciones definidas, realizando para ello todos los ensayos pertinentes: análisis granulométricos, contenido en finos, densidades, ensayos de sales, docilidad, contenido en humedad, resistencias mecánicas, entre otras.

Fue necesario realizar multitud de pruebas previas de idoneidad del hormigón para el deslizado, con tiempos de endurecimiento entre 4, para las zonas de trabajo más sencillas y 10 horas para las zonas complejas de armar, con muchos elementos embebidos, en los que se debía reducir el ritmo de deslizado. Todo esto sumado a las grandes cantidades requeridas para un proyecto de esta envergadura.

Una cimentación mediante losa micropilotada fue una de las alternativas iniciales que se plantearon para el diseño de cimentación. Sin embargo, no fue la solución final ejecutada. "La cimentación para la torre consiste en una losa de fundación que apoya a 7 metros de profundidad sobre estrato rocoso (roca sana), que posee unas capacidades de soporte muy elevadas y, de este modo, ade-

más, se aprovecha el nivel de enterramiento utilizando el relleno sobre la losa como cargas estabilizadoras. Esta configuración de canto variable se debe a que las cargas que transmite la estructura a la cimentación son a través de los muros, generando las reacciones del suelo en zonas muy concentradas", apunta Héctor Berlangieri.

En una obra de esta altura, y con la velocidad de ascenso del encofrado deslizante, es necesario asegurar el desplazamiento vertical de trabajadores. Para ello, se dispuso en uno de los huecos interiores, un elevador eléctrico de cremallera, con capacidad de carga de 2.000 kg, que iba creciendo, trepando, a medida que subía el deslizante, junto con escaleras.

Para el movimiento de materiales necesarios para la ejecución de la torre, como el acero de refuerzo, placas y el propio hormigón, se utilizaron grúas instaladas en la plataforma y los cabrestantes mencionados. Adicionalmente, y para ser utilizada en las tareas de montaje de tubería y como apoyo a las tareas de montaje del receptor, una vez izado, se montó una grúa torre arriostrada al muro.

Actualmente hay más de 7.000 heliostatos completamente instalados, la red de tuberías y el tanque de sales fundidas. En pleno desierto de Atacama se construye el Complejo Solar Cerro Dominador, más allá del sol. ■