

Centrales hidroeléctricas de bombeo

Una opción de acumulación de energía en grandes cantidades: centrales hidroeléctricas de bombeo. El caso de la central de Río Grande, en Córdoba.

EPEC
www.epec.com.ar



Fuente: EPEC

El almacenamiento de la energía es la captura y retención de energía para su liberación y uso posterior, un proceso fundamental en la transición energética desde un sistema centrado en los combustibles fósiles hacia un modelo eléctrico basado en energías limpias.

La tecnología hidroeléctrica de bombeo es actualmente el sistema más eficiente para almacenar energía a gran escala. Es más rentable y aporta estabilidad, seguridad y sostenibilidad al sistema eléctrico, al generar gran cantidad de energía con un tiempo de respuesta muy rápido y sin crear ningún tipo de emisión a la atmósfera. A pequeña escala, la opción son las pilas o baterías de ion de litio, tecnologías clave para dotar de flexibilidad a los mercados eléctricos.

Cómo funciona una central hidroeléctrica de bombeo

Este tipo de central eléctrica cuenta con dos embalses a distinta altura que permiten almacenar agua aprovechando los momentos en los que la demanda energética es menor que la oferta de producción.

Durante las horas de exceso de generación es cuando gran parte del bombeo se emplea para elevar el agua contenida en el embalse situado en el nivel más bajo (11) al depósito superior por medio de una bomba hidráulica que hace subir el agua a través de una tubería forzada (7) y de la

Glosario de siglas

» EPEC: Empresa Provincial de Energía de Córdoba

Fuentes:

- https://web.epec.com.ar/generacion_central_h_rio-grande.html
- <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/central-hidroelectrica-bombeo>

URL estable: <https://www.editores.com.ar/node/8362>

galería de conducción. El embalse superior (4) actúa, así, como un depósito de almacenamiento.

Es en las horas de mayor demanda cuando la central de bombeo apoya al sistema como una planta hidroeléctrica convencional

Y, por otro lado, es en las horas de mayor demanda cuando la central de bombeo apoya al sistema como una planta hidroeléctrica convencional: el agua acumulada en el embalse superior gracias a una presa (5) se envía por la galería de conducción (6) al embalse inferior. En este salto, el agua pasa por la tubería forzada, en la que adquiere energía cinética que se transforma en energía mecánica rotatoria en la turbina hidráulica (9). A su vez, esta se convierte ya en energía eléctrica de media tensión y alta intensidad en el generador (8). Para la regulación de las presio-

nes del agua entre las conducciones anteriores se construye en ocasiones una chimenea de equilibrio (3).

El paso siguiente son los transformadores (1), que envían la electricidad producida en la central por las líneas de transporte de alta tensión hasta llegar a los hogares e industrias de la red eléctrica (2) que la consumen.

Por su parte, el agua, una vez generada la electricidad, cae por el canal de desagüe (10) hasta el embalse inferior, donde queda de nuevo almacenada.

Por todo ello, las centrales hidroeléctricas de bombeo son eficientes en el almacenamiento de energía, suponen una solución de larga duración y favorecen la integración de las energías renovables en el sistema.

El caso de la central de Río Grande

La central hidroeléctrica de bombeo más grande de Argentina es la de Río Grande, en la provincia de Córdoba. Perteneciente a EPEC Generación, se creó en 1986 como la más grande de Sudamérica en su tipo, con 750 MW de potencia nominal.

El complejo está formado por las siguientes instalaciones:

- » Embalse Cerro Pelado: tres presas con cota de coronamiento de 880 msnm. El espejo de agua abarca una superficie de 1.240 ha, con una capacidad de almacenamiento de 370 Hm³, volumen que representa un ciclo hidrológico (aporte anual de agua del Río Grande).
- » Contraembalse Arroyo Corto: cota de coronamiento de 701 msnm, 357 ha y capacidad de 35 m³.
- » Vertederos: dos en el embalse Cerro Pelado y uno en el embalse de Arroyo Corto.

Esta singular obra tiene otra particularidad: una central ubicada en una caverna ubicada a unos 226 m bajo el máximo nivel del embalse superior, cuyo ingreso se realiza mediante un túnel carretero de unos 1.800 m de longitud.



Partes de una hidroeléctrica de bombeo
Fuente: Iberdrola



Fuente: EPEC

El complejo cuenta con dos embalses: el superior, Cerro Pelado y el inferior, Arroyo Corto, situado 12 km aguas abajo del primero. El desnivel entre ambos es de 185 m y las de ambos embalses fueron construidas con materiales sueltos y núcleo impermeable.

La sala de máquinas está construida en una caverna ubicada a 130 metros por debajo del lecho original del río

La sala de máquinas está construida en una caverna ubicada a 130 metros por debajo del lecho original del río (226 metros por debajo del nivel de vertedero del embalse principal), dentro del Cerro Pelado. A esta caverna se accede a través de un túnel carretero de 1.800 m de longitud excavado en roca, con una pendiente del 8% y sección abovedada de 7 x 7,5 metros.

La boca de acceso está aproximadamente a 320 metros aguas abajo del eje de la presa principal, en la cota 800 msnm. La sala de máquinas está vinculada al embalse principal por medio de dos tuberías forzadas de acero inoxidable de 330 m de longitud y diámetro variable de entre 7,5 y 3,5

m, que nacen en la obra de toma del embalse Cerro Pelado a 50 m de profundidad y terminan en las válvulas esféricas de entrada a cada una de las turbinas en la sala de máquinas.

Cada una de estas tuberías forzadas alimenta a dos turbinas. Las salidas de los difusores de las máquinas están vinculadas al contraembalse Arroyo Corto por medio de un túnel de 12 x 18 m de sección abovedada y 5.800 de longitud con pendiente de 1,13%, denominado "Túnel de Restitución".

El volumen de excavación de este túnel es de 1.108.700 m³. Dentro de la sala de máquinas y sobre un extremo, se encuentra el edificio de comando, una construcción de tres pisos que alberga en la planta baja todos los transformadores y tableros de distribución para servicios auxiliares de la central en media y baja tensión.

El primer piso corresponde a la sala de relé y sala de baterías, donde se encuentran los tableros correspondientes a protecciones, alarmas y servicios auxiliares de emergencia en 110 V de corriente continua. En el segundo piso se encuentra la sala de comando, desde la cual se comandan todas las instalaciones del complejo.

Características electromecánicas

- » Potencia instalada: 750 MW, distribuida en cuatro grupos turbina-bomba de 187,5 MW / 210 MVA de tensión nominal 16,5 kV
- » Turbinas tipo Francis de 250 rpm.
- » Tensión de generación: se adapta al SADI de 500 kV mediante dos transformadores trifásicos de 440 MVA cada uno, ubicados en la playa de transformadores, al pie de la presa principal.
- » Conexión entre generadores y transformadores: se realiza por blindobarras de aluminio de 70 cm de diámetro exterior que recorren un túnel vertical de sección circular de 150 m de longitud y 7,2 de diámetro, denominado "Pozo de Cables", por el que también se realiza la ventilación de la sala de máquinas.

Los cuatro turbo-grupos del complejo son de funcionamiento mixto: pueden operar en tres modos diferentes, según los requerimientos del sistema:

- » Modo generación, aportando una potencia máxima de 187,5 MW por máquina, con un mínimo técnico de 130 MW.
- » Modo bombeo, con demanda de 187,5 MW por máquina.

- » Modo compensador, aportando solo potencia reactiva al sistema (capacitivo o inductivo), máximo 126 MVAr por máquina.

El arranque consiste en un equipo convertidor de frecuencia electrónico de estado sólido de 10 MVA

Para su funcionamiento en modos bomba y compensador, el arranque consiste en un equipo convertidor de frecuencia electrónico de estado sólido de 10 MVA de potencia nominal y 6,1 kV, denominado "de arranque estático". Este dispositivo permite alimentar los generadores, que en modo bomba funcionan como motores sincrónicos, con tensión reducida de 6,1 kV y frecuencia variable entre 0 y 53 Hz para acelerarlos desde velocidad cero a velocidad nominal en un tiempo de 3 min.

Una vez alcanzada la velocidad nominal de 250 rpm, se libera el dispositivo de arranque estático y el motor se conecta al sistema, estando así en condiciones de comenzar a tomar carga. El mismo dispositivo de arranque estático también se utiliza como freno dinámico durante las secuencias de parada de los grupos. ■



Fuente: EPEC