EL AGUA Y LA CENTRAL TÉRMICA TERUEL

Manuel Galve Dolz

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso principal en el funcionamiento de una central térmica, ya que es el *elemento transmisor* de la energía calorífica obtenida a partir de la energía química que poseen los combustibles, bien para su aprovechamiento hasta transformarla en energía eléctrica, bien para disiparla en el medio ambiente en los necesarios procesos de refrigeración. En ambos procesos el agua transita entre las fases de líquido y vapor, oscilando entre un amplio intervalo de temperaturas y de presiones.

En este artículo explicaremos estos procesos en el caso de la Central Térmica Teruel, propiedad de la Empresa Nacional de Electricidad SA (ENDESA), situada en el municipio de Andorra (Teruel). Unas instalaciones de producción de energía eléctrica con una potencia instalada de 1.050 MW, repartida en tres grupos de 350 MW cada uno, que en un año medio suministra a la red 7.500 GWh. En la vista aérea de las instalaciones (Fig. 1) se puede reconocer la importancia del agua en los depósitos de suministro, en las torres de evaporación y acompañando a los gases de salida de la chimenea debido al proceso de desulfuración.

BALANCE GENERAL

El gráfico de la figura 2 nos permite conocer el balance entre los caudales de entrada de agua y los caudales de salida durante cada hora cuando los tres grupos funcionan a plena carga y se desulfuran los gases al 100%. Haciendo la salvedad de que

Figura 1. Vista panorámica de la Central Térmica Teruel

el consumo oscila de forma considerable según la época del año, la temperatura y la humedad relativa del aire, podemos considerar que el caudal necesario es de 2.500 m^3/hora y ello implica que el consumo anual sea de unos 18 hm^3. De este total, casi el 70% se emite en forma de vapor por las torres de refrigeración, un 19% se destina al proceso de desulfuración y un 11% se consume en gastos diversos.

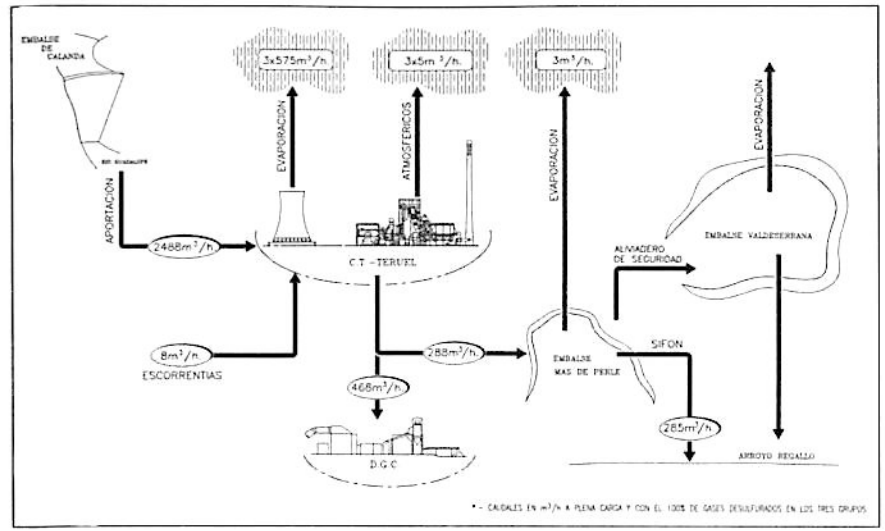


Figura 2. Balance de aguas

SUMINISTRO DE AGUA: EMBALSE DE CALANDA, EMBALSE DE CASPE, BOMBEO DE CIVÁN Y RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE SANTOLEA

Como en la zona no hay ningún río que disponga de ese caudal se tuvo que recurrir al río Guadalope para abastecer a la central.

El *Plan de aprovechamiento integral de la cuenca del río Guadalope* se redactó en 1968 y se aprobó por OM de 25 de septiembre de 1971. Tras una conflictiva negociación "la regulación total del río", para el "aprovechamiento integral" del mismo, quedó establecida armonizando los intereses de los regantes y de la Central Térmica Teruel al objeto del "establecimiento de 30.000 ha de regadío y la producción de 1.050 MW/hora [*sic*]".

La Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) construyó en el año 1978 una presa en el río Guadalope, dos kilómetros aguas arriba de Calanda. La presa es de materiales sueltos, de sección compuesta, con núcleo interior impermeable de arcilla abrigado por dos amplios espaldones de zahorra compactada. Es de planta curva con radio de 280 m y una longitud de coronación de 250 m, sin contar el aliviadero lateral de 42,8 m. El ancho de la coronación es de 8,5 m y su cota en calzada es de 443,5 m sobre el nivel del mar. La capacidad del embalse es de 54,3 hm^3, la superficie que ocupa 312 ha y la cota de máximo embalse normal es de 440 m sobre el nivel del mar (m s.n.m.)

La sequía que se padeció en España durante la década comprendida entre 1980 y 1990 provocó tal escasez de agua que puso en serio peligro el abastecimiento a la central. Con el fin de disponer de más agua almacenada en la cuenca del río Guadalope para asegurar el suministro a la comunidad de regantes y a la central, se construyó el embalse de Caspe (también llamado Civán). Tiene una capacidad de 82 hm^3 y alimenta la

Figura 3. Presa del embalse de Calanda

acequia del Civán que riega 2.800 ha en la zona de Caspe y Chiprana, que ya tenía concesión de agua del embalse de Santolea.

Aun con esto, y motivado por la insuficiencia de caudales para satisfacer las demandas existentes durante los anteriores años de sequías, el Sindicato Central de Riegos del Guadalope y la Empresa Nacional de Electricidad suscribieron un convenio con fecha 16 de julio de 1987 que completa, y en muchos casos invalida, el convenio anterior de fecha 11 de diciembre de 1980. Uno de los puntos del convenio fue el hacer una aportación a la cuenca con una elevación desde el Ebro a la acequia del Civán cuando la situación lo requiriera.

El bombeo, a cargo de ENDESA, realiza la impulsión de agua desde el embalse de Mequinenza, aspirando ésta en un pozo de captación en el cual entra el agua por su natural o, si el nivel es bajo, por medio de un bombeo auxiliar que llena el pozo de captación. El bombeo auxiliar consta de 10 bombas de 75 kw cada una y el principal consta de 5 bombas de 645 kw, que pueden bombear hasta 2,5 m^3/s.

En la actualidad el río Guadalope está regulado por tres grandes presas: Santolea, Calanda y Caspe (Figs. 3 y 4), y las presas de Gallipuén en su afluente el Guadalopillo, entre Alcorisa y Berge, y el embalse de la Estanca en las proximidades de Alcañiz. A pesar de que estos embalses permiten regular una gran parte de los 330 hm^3 de aportación natural al río, los estudios realizados ponen en evidencia la falta de garantías de suministro aceptable para los usos actuales y futuros previstos en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro y más concretamente en relación a los regadíos del canal Calanda-Alcañiz, declarados de Interés Nacional por decreto 129/72 de 20 de abril. Esto hace necesario el recrecimiento de la presa de Santolea.

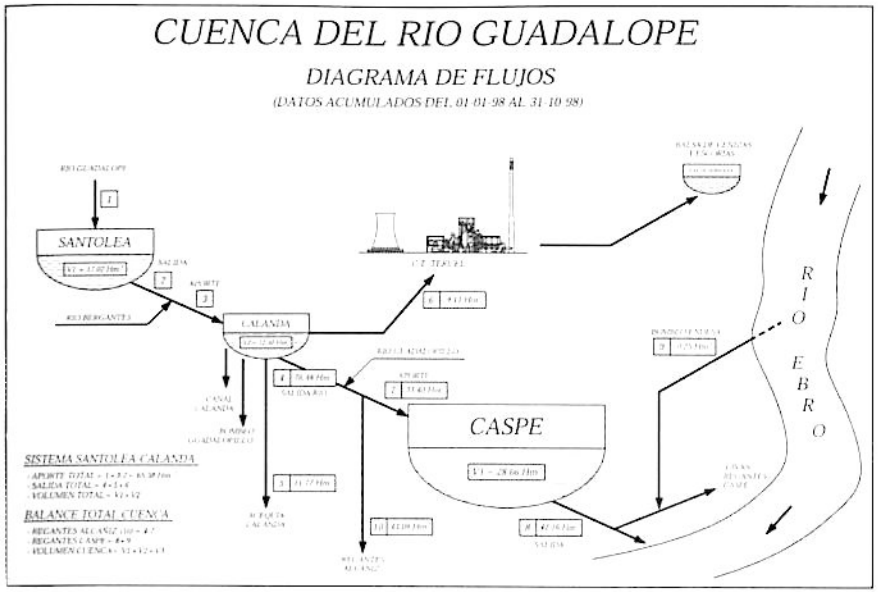
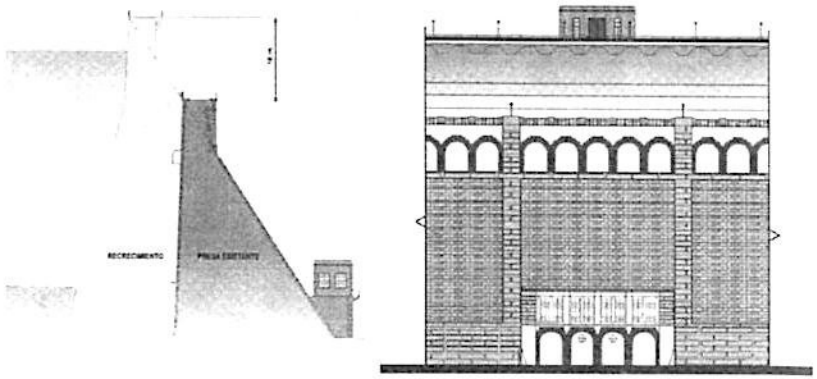


Figura 4. Cuenca del Guadalope

El proyecto para el recrecimiento de la presa de Santolea fue aportado por el Sindicato Central de Riegos del Guadalope y fue aprobado por la Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente el 2 de junio de 2006. Consiste en crear una nueva sección de gravedad adosando (Fig. 5), aguas arriba, a la existente un muro de hormigón en masa vibrado que completa el perfil necesario para resistir el empuje del embalse recrecido. La longitud en la coronación será de 282,37 m en la cota 600,35 y 65,35 m de altura máxima sobre cimientos. El embalse de Santolea una vez recrecido tendrá una capacidad total de 111,389 hm^3 y una superficie de 621,81 ha a la cota de nivel máximo normal que se sitúa a 596 m s.n.m.

El 23 de enero de 2007 el consejo de administración de la sociedad estatal de la cuenca del Ebro (ACESA) aprobó la adjudicación de las obras de recrecimiento a la UTE formada por Corsan-Corviam Constructores SA y Constructora Pirenaica SA (COPISA) por un importe de 30.785.055 € financiado al 50% por fondos MINER y ACESA, siendo el plazo de ejecución de 54 meses.

Con el aumento de regulación proporcionado por el embalse recrecido se podrá garantizar adecuadamente la satisfacción de todas las demandas de la cuenca del Guadalope recogidas en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro, entre las que se incluye el abastecimiento de agua a diversas poblaciones, los regadíos del canal Calanda-Alcañiz, caudales mínimos medioambientales y la refrigeración de la central de Endesa.



***Caracteristicas principales del proyecto*:**
PRESA DE SANTOLEA

Caracteristicas hidrológicas

Superficie de la cuenca:	1.231,50 km²
Aportación media anual:	107,94 hm³
Caudal medio:	3,42 m³/s
Caudal Avenida, T = 10.000 años:	1.400 m³/s
Caudal Avenida, T = 5.000 años:	1.245 m³/s
Caudal Avenida, T = 1.000 años:	934 m³/s
Caudal Avenida, T = 500 años:	825 m³/s
Caudal Avenida, T = 100 años:	590 m³/s
Caudal Avenida, T = 50 años:	504 m³/s

Caracteristicas del embalse

Nivel Màximo Normal (N.M.N.):	596,00 m.s.n.m.
Nivel de Avenida de Proyecto (N.A.P.) T = 1.000 años:	599,54 m.s.n.m.
Nivel de Avenida Extrema (N.A.E.):	600,24 m.s.n.m.
Nivel Mínimo de Explotación (N.M.E.):	551,00 m.s.n.m.
Volumen entre presas a N.M.N.:	93,72 hm³
Volumen de embalse muerto:	0,02 hm³
Volumen útil de embalse:	93,70 hm³
Superficie inundada a N.M.N.:	489,64 ha
Superficie inundada a N.A.P.:	552,04 ha
Tiempo de vaciado del embalse:	5 días con los dos desagües de fondo abiertos más las tomas de la Central y de "El Molinar"

Caracteristicas de la presa

Tipología:	Presa de gravedad
Situación:	Sobre el cauce del río Guadalope a unos 4 km del núcleo de Castellote.
Sección transversal:	Paramento de aguas arriba quebrado y paramento de aguas abajo inclinado tanto en el de hormigón vibrado como en el de mampostería existente.
Cota de coronación:	600,35 m.s.n.m.
Cota del cauce:	539,35 m.s.n.m.
Cota mínima de cimentación:	535,00 m.s.n.m.
Altura máxima sobre cimientos:	65,35 m
Altura máxima sobre terreno natural:	61,00 m
Longitud de coronación:	282,37 m
Ancho de coronación:	7,50 m
Talud (H:V) de aguas arriba por debajo de la cota 584,35 m.s.n.m.:	0,30:1,00
Talud (H:V) de aguas arriba por encima de la cota 584,35 m.s.n.m.:	0,05:1,00
Talud (H:V) de aguas abajo:	0,75:1,00

Figura 5. Plano recrecimiento presa Santolea

Bombeos

La elevación del agua desde la cota 400 (embalse de Calanda) a la 635, en la que se sitúa el plano de la central térmica, se realiza mediante dos estaciones de bombeo y una tubería de 1 m de diámetro. El primero (Fig. 6), situado a pie de presa, impulsa el agua a través de 6.340 m hasta un depósito situado en la cota 525 en las proximidades de Foz Calanda. En el origen tiene una chimenea de equilibrio para evitar los "golpes de ariete" en caso de disparo del bombeo. Desde aquí, mediante el segundo bombeo, que tiene una longitud de 11.320 m, se impulsa hasta los depósitos reguladores de la central que están comunicados con las balsas de acopio, que tienen una capacidad de 140.000 m³.

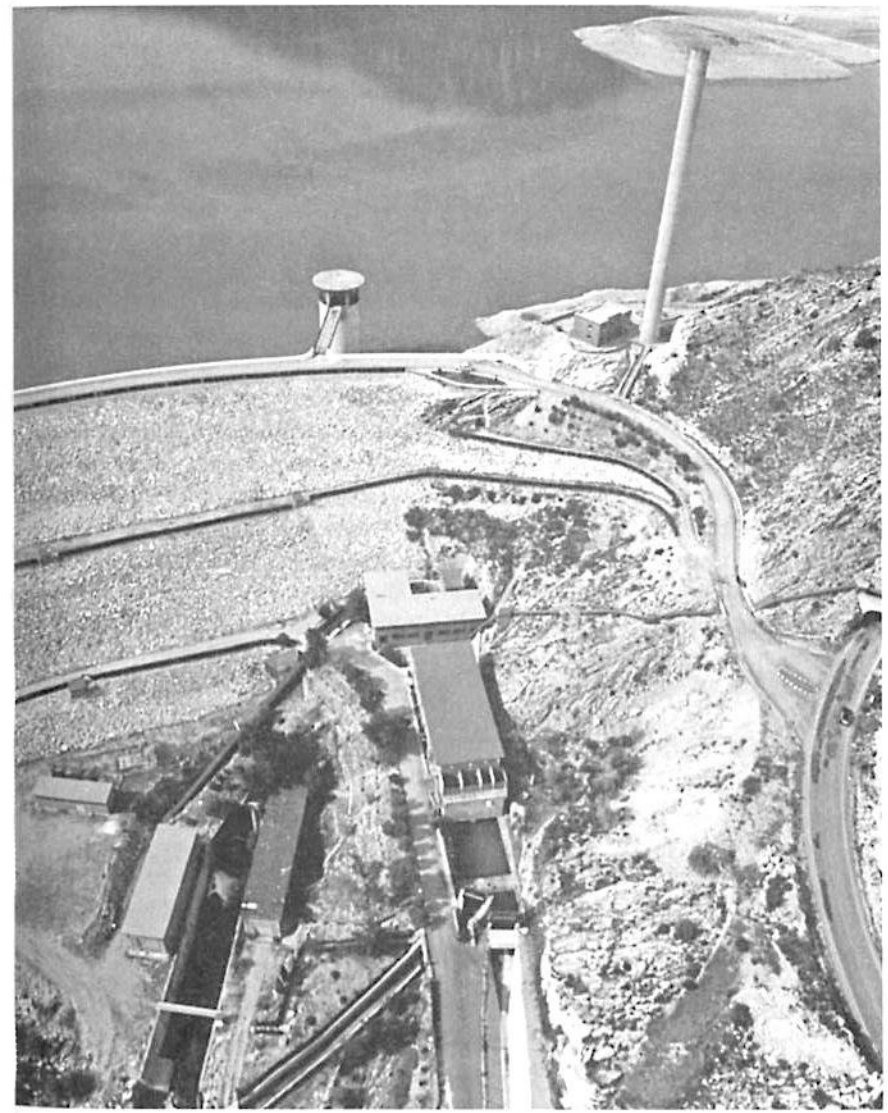


Figura 6. Primer bombeo

Cada una de las estaciones de bombeo consta de 4 electrobombas EIMAR-WEIR, centrífugas horizontales, de carcasa partida en doble voluta e impulsor de flujo radial con doble entrada cuyas características son las siguientes:

Caudal de diseño 250 l/s
Altura manométrica de diseño 140 metros de columna de agua (m c.a.)
Potencia absorbida 419 kW
Rendimiento 82%
Velocidad 1.480 r.p.m.

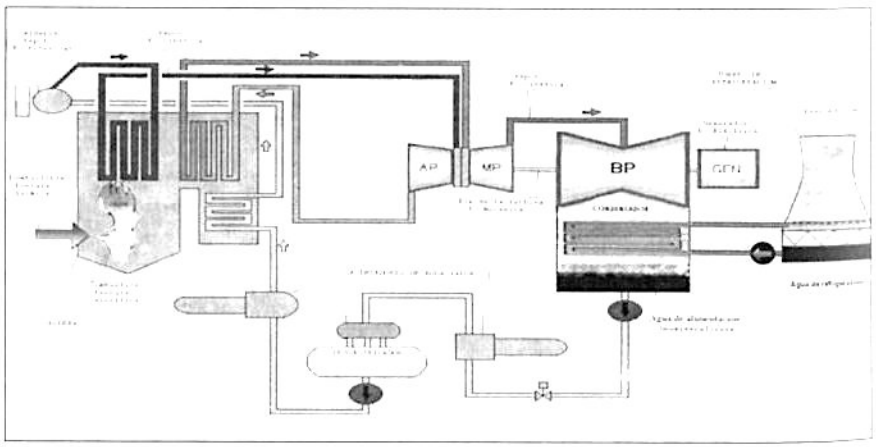
Con tres de ellas puede suministrarse el caudal punta de 0,75 m³/s, quedando la cuarta de reserva.

EL AGUA TRANSMISORA DE ENERGÍA

El agua, ya sea en estado líquido o gaseoso (vapor), es el elemento transmisor de la energía calorífica extraída a partir de la combustión de la energía química contenida en el combustible (carbón o gas) hasta su transformación en energía eléctrica en los generadores de la central o hasta su disipación en la atmósfera durante el proceso de refrigeración. Estos procesos se desarrollan en dos circuitos principales: el circuito agua-vapor para el aprovechamiento energético y el de refrigeración para disipar la energía no aprovechable.

El agua desmineralizada de alimentación a la caldera se extrae del condensador y es impulsada con dos bombas. Pasando por una serie de calentadores de agua por vapor y el desgasificador, llega hasta un depósito llamado calderín. Éste, a su vez, alimenta los tubos de agua que forman la caldera. En estos recorridos el agua se convierte en vapor por recibir la energía calorífica que se produce al quemar el combustible.

El vapor en el calderín posee una energía potencial que al llegar a la turbina de alta presión (AP) e incidir sobre sus álabes se convierte en energía cinética y ésta, al hacer girar el rotor, se transforma en energía mecánica de rotación. Con el fin de aumentar el rendimiento del ciclo, el vapor que sale de la turbina de AP se lleva nuevamente a la caldera para recalentarlo y volver a la turbina de media presión (MP) y luego pasar a la de baja presión (BP). En estas dos etapas se produce la misma trasformación que en la de AP. El vapor que sale de la turbina de BP todavía posee una temperatura que le permite seguir siendo vapor saturado seco. Esto es fundamental, ya que si tuviese alguna gota de agua destruiría los álabes de la turbina. Los rotores de los tres cuerpos de la turbina están unidos rígidamente entre ellos y a su vez al eje del alternador, donde se encuentra el campo magnético (inductor) del generador, haciéndolo girar a 3.000 r.p.m. y produciendo energía eléctrica.



Circuitos de agua-vapor y refrigeración

Torres de refrigeración

Hasta llegar a este punto el vapor de agua ha sufrido numerosas transformaciones, pero falta una fundamental: la condensación.

Por ser un circuito cerrado el de agua-vapor, hay que enfriar, condensar, este vapor para volverlo al estado líquido. Esta transformación se realiza mediante el agua de refrigeración que, al pasar por los tubos del condensador, toma la energía calorífica que aún posee el vapor, enfriándose éste y calentándose aquélla. Como el circuito de agua de refrigeración también es cerrado, ahora hay que enfriar esta agua para que vuelva al condensador a realizar su trabajo.

El enfriamiento tiene lugar en la torre de refrigeración, donde el agua se reparte por toda su superficie para que se convierta en pequeñas gotas fáciles de enfriar. Debido a la temperatura del agua y a la forma de hiperboloide de revolución de la torre, se crea

una corriente de aire ascendente que enfría las gotas y origina la nube de vapor que sale por la parte superior de las torres.

En el balance de aguas ya se ha visto que el caudal que se evapora en cada una de ellas es del orden de 575 m^3/h, lo que hace que sea el mayor consumo de agua de la central. Pero siendo este un valor muy importante, todavía lo es más la cantidad de energía que por allí se pierde, que llega a ser el 50% de las calorías que se aportan al ciclo y que por estar a una temperatura de unos 25 ºC no resulta viable su aprovechamiento.

Puede resultar sorprendente que se tenga que enfriar el vapor a la salida de la turbina de BP siendo que ha de volverse a calentar, teniendo que renunciar a tal cantidad de energía. Podríamos decir, haciendo una dramatización, que el vapor de agua cuando ha dejado una parte de su energía en las turbinas se ha "cansado" tanto que la única forma de reanimarlo consiste en refrescarlo quitándole el calor que le agobia para que al recuperar el estado líquido pueda volver a capturar energía. Otro motivo que justifica esta condensación es que resulta mucho más fácil comprimir un líquido con una bomba que un gas con un compresor.

TRATAMIENTO DEL AGUA: DESMINERALIZACIÓN

El agua que llega a la central desde el embalse de Calanda no puede utilizarse directamente en el circuito agua-vapor porque acarrea sustancias en suspensión y sales disueltas que podrían deteriorar las tuberías y las turbinas. Como instalación auxiliar, la central dispone de una planta de tratamiento de agua cuya misión es, por una parte, clarificar y ablandar el agua procedente de los depósitos reguladores y, por otra, proceder a su filtrado y desmineralización.

Agua filtrada

El agua cruda de Calanda, procedente de los depósitos reguladores, se introduce en el depósito decantador para reducir su dureza (cantidad de carbonatos) de 30° a 12°. Para ello se le añade cloruro férrico (Cl_3Fe), que clarifica el agua formando flóculos que atraen las partículas en suspensión. Estos coágulos cargados de partículas van al fondo del decantador para ser eliminados.

Además se adiciona bicarbonato cálcico ($CO_3H)Ca$, que se transforma en partículas de carbonato cálcico (CO_3Ca). Éstas se adhieren a los flóculos, que se eliminan por decantación.

Cuanto mayor sea el pH (concentración de iones hidrógeno) del agua, mejor precipita el CO_3Ca. Para subir el pH del agua se utiliza sosa cáustica Na(OH).

El agua que sale por el rebose del decantador se hace pasar por unos filtros de arena que retienen los flóculos que han pasado del decantador. Los filtros tienen, de arriba abajo, una capa de antracita, una capa de arena y tres capas de grava de distinta granulometría. Al salir de ellos se considera que el agua ya está filtrada.

Desmineralización

En el circuito agua-vapor se alcanzan presiones de 200 kg/cm^2 y temperaturas de 550 ºC. Estos elevados valores obligan a que el agua de alimentación no contenga sales y otros minerales para evitar los efectos perjudiciales que ocasionarían en los metales por donde circula, obligando a que esta agua sea pura, también llamada desmineralizada. El proceso de desmineralización se realiza pasando el agua filtrada a través de unas cadenas de producción, formadas cada una de ellas por cuatro recipientes: filtro de carbón activo, catexer, anexer e ionexer.

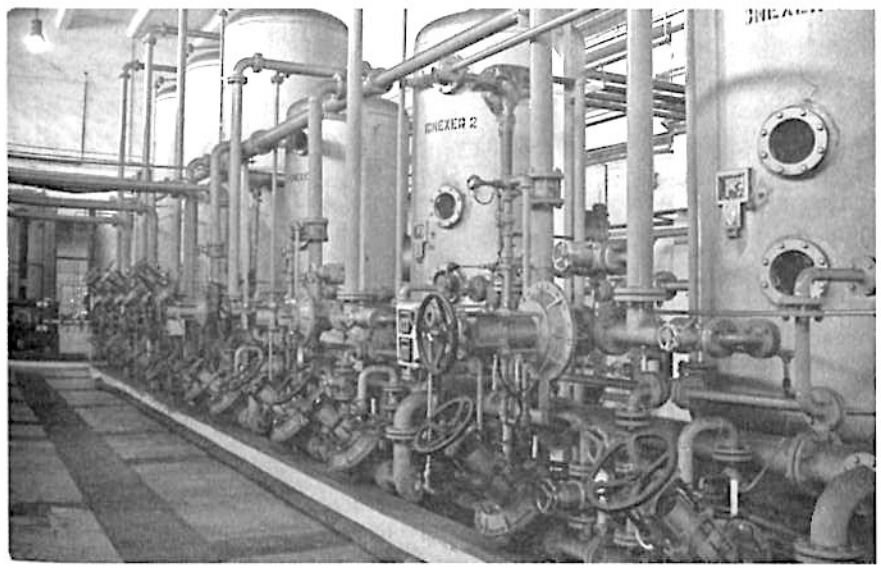
La demanda aproximada de agua desmineralizada para la CTT es de 1.300 m^3 cada día (1.000 para grupos y 300 para la desulfuración).

Los filtros de carbón activo sirven para quitar el cloro (si fuese necesario adicionarlo al agua para eliminar la materia orgánica); en la planta, su misión principal es realizar una etapa más de filtrado.

El catexer contiene bolitas de resina recubiertas por iones H^+ (resina catiónica), que retienen los iones positivos (cationes) del agua filtrada. Los cationes son absorbidos por la resina que se desprende de los iones H^+, que a su vez pasan al agua.

El anexer contiene dos resinas aniónicas, una débil y otra fuerte, recubiertas con iones $(OH)^-$. Los iones negativos (aniones) del agua son absorbidos por estas resinas, que se desprenden de los iones $(OH)^-$ que a su vez pasan al agua.

Los iones H^+ y $(OH)^-$ desprendidos por el catexer y el anexer forman H_2O. El agua pura no es conductora de la electricidad pero sí los iones de las sales que la acompañan. Por



Planta de tratamiento de aguas

ello, cuanto más pura sea el agua, menor conductividad tendrá. Esta conductividad indica el grado de pureza (desmineralización) y se mide en micro Siemens/cm (µS/cm).

A la salida del anexer la conductividad es de 0,6-0,8 µS/cm, pero es necesario dejarla con un rango entre 0,05-0,1. Esta bajada se realiza en el ionexer, que contiene una mezcla de las dos resinas, catiónicas y aniónicas para retener las posibles fugas de iones y sílice, siendo el encargado de hacer un pulido final al agua para dejarla en el valor deseado.

Las resinas intercambiadoras tienen la facultad de retener las sales del agua, pero llega un momento en que se saturan y dejan de retenerlas, considerando entonces que la resina está agotada y, para hacerla volver a su estado de intercambio, se ha de regenerar. Al proceso de regeneración se le puede denominar como el inverso de la producción y para que se produzca es necesario introducir un producto regenerante a través de toda la superficie de las resinas, en este caso ácido sulfúrico H_2SO_4 (iones H^+) para el catexer y sosa cáustica Na(OH) (iones $(OH)^-$) para el anexer. Para regenerar el ionexer es necesario separar las resinas, introducir el ácido por la parte inferior y la sosa por la parte superior. Durante el recorrido del regenerante se irán liberando las sales que fueron retenidas en la fase de producción, que son eliminadas al desagüe.

ACONDICIONAMIENTO DEL CICLO AGUA-VAPOR

El acondicionamiento y control químico del ciclo agua-vapor tiene como objetivo mantener los circuitos en condiciones óptimas de transferencia de calor y minimizar la incidencia de:

- la corrosión y depósitos en la caldera,
- depósitos en la turbina y
- corrosión en los calentadores de agua por vapor.

Para evitar estos problemas hay que mantener la calidad del agua dentro de las especificaciones dadas por el fabricante de la caldera y de la turbina teniendo especial cuidado en:

- el control de la calidad del agua de aportación al sistema,
- la adición de productos químicos (hidracina y fosfato),
- controlar que no haya entradas de aguas salinas al circuito y
- el control del arrastre de sílice que se puede producir desde la caldera a la turbina.

El agua desmineralizada intenta recuperar minerales allá por donde va y además es ávida en oxígeno (O_2). El agua que va hacia la caldera tendría un pH=6 si no se adicionase hidracina (N_2H_4) para subirlo hasta 9, valor en que debe mantenerse en el circuito.

Por otra parte, y aunque el O_2 se elimina en el desgasificador, la hidracina también tiene la facultad de eliminarlo, ayudando a que el agua no sea corrosiva.

En el circuito hay varios puntos de toma de muestra para los analizadores de conductividad que miden la calidad del agua-vapor (NH_4^+, Cl^-, Na^+, O_2, CO_2 y pH).

Las sales disueltas en el agua junto con la presión y temperatura en la caldera hacen que se forme ácido clorhídrico (ClH) que hace bajar el pH. Si el pH está muy bajo este ácido se come la capa de magnetita protectora de los tubos de la caldera, siendo entonces necesario adicionar fosfato (PO_4Na_3) para volver a subirlo.

La sílice (SiO_2) que hay en la magnetita de los tubos de la caldera se desprende al parar el grupo. Como el fabricante de las turbinas recomienda que los valores de sílice en el vapor sean menores a 10-15 partes por billón para evitar incrustaciones en los álabes, obliga a purgar bastante en los arranques y cuando los valores son elevados.

ACONDICIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN

El agua de refrigeración tiene una dureza de 120°. Este elevado valor puede producir incrustaciones por carbonato cálcico ($CaCO_3$) que dificultaran la transmisión de calor que se realiza en el condensador. Hay tres medidas para atacar el problema de las incrustaciones:

- añadir ácido sulfúrico para bajar el pH y evitar que las sales precipiten,

  añadir un producto inhibidor de corrosión (antiincrustante) que evita la corrosión del cobre de los tubos del condensador y

- purgar agua de la torre cuando la conductividad sea mayor a 2.200 µS/cm y añadir agua de Calanda, que tiene una dureza de 30°.

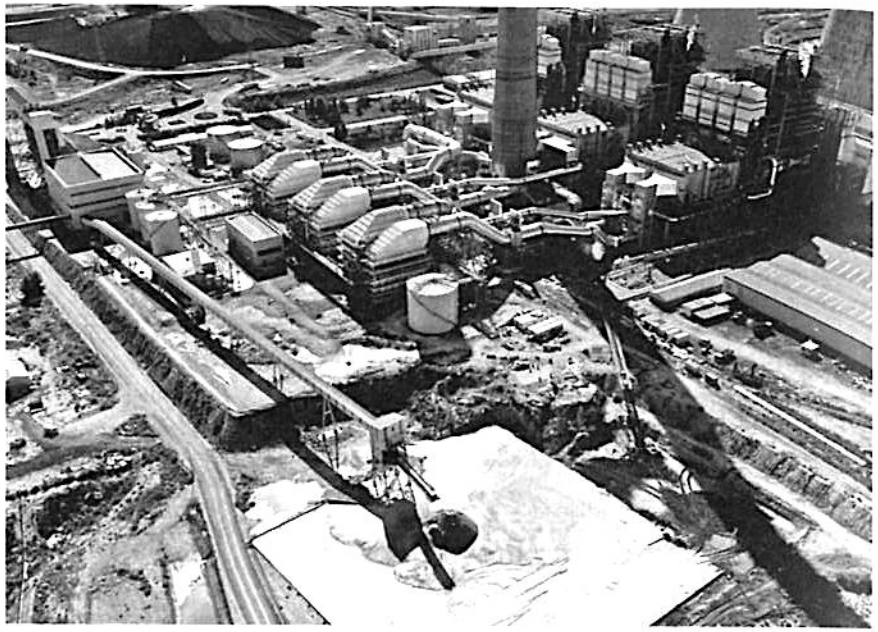
- También se añade hipoclorito sódico (lejía, NaClO) para eliminar bacterias y materia orgánica y periódicamente se realiza un tratamiento contra la legionela, al que se está obligado por Ley.

DESULFURACIÓN

En la planta de desulfuración se produce una reacción química entre el dióxido de azufre (SO_2) de los gases procedentes de la combustión y una lechada de caliza $CaCO_3$, de modo que se obtiene yeso hidratado (líquido) y dióxido de carbono (CO_2).

$$SO_2 + CaCO_3 + \tfrac{1}{2} O_2 + 2H_2O \cdot CaSO_4.2H_2O + CO_2$$

De esta manera se evita la salida a la atmósfera de uno de los gases causantes de la lluvia ácida.



Planta de desulfuración

El agua que se utiliza para la preparación de la lechada es la que se purga de las torres de refrigeración por tener alta la conductividad más agua de Calanda a la que se le añade ácido clorhídrico (HCl) para reducir su pH a un valor de 5,5. El agua que se obtiene al secar el yeso hidratado vuelve a utilizarse en el proceso. También se utiliza agua desmineralizada en algunos puntos de la instalación.

AGUA POTABLE

Para los usos sanitarios en la central es necesario disponer de agua potable. Para obtenerla, al agua procedente del embalse de Calanda se le añade hipoclorito (ClO_4H) para matar las bacterias y sulfato de aluminio ($(SO_4)_3Al_2$) como floculante para precipitar sustancias nocivas.

EMBALSES DE MAS PERLÉ Y VALDESERRANA

Se construyeron para el acopio y decantación de las cenizas y escorias extraídas por vía húmeda de los tres grupos. El agua que se utilizaba para el transporte mediante bombeos, se recirculaba a la central para volver a ser utilizada.

El embalse de Mas Perlé se ubica a 1 km de la central, en una vaguada que desemboca en el arroyo Regallo. La presa es de tierra, con una longitud en la coronación de 1.178 m y 7,5 m de anchura. La cota de máximo nivel es 588,3 m s.n.m., ocupa una superficie de 60,9 ha y puede embalsar 5,94 hm^3.

Recibió las cenizas desde que comenzó a funcionar la central en el año 1979 hasta 1988.

Actualmente recoge las aguas de escorrentías y de las purgas de los grupos, drenándose de forma controlada al río Regallo.

El embalse de Valdeserrana se construyó próximo a Mas Perlé para aumentar la capacidad de acopio. La presa es de tierra, con una longitud en la coronación de 2.648 m y 8 m de anchura. La cota de máximo nivel es 585,9 m s.n.m., ocupa una superficie de 145,9 ha y puede embalsar 18,39 hm^3.

Recibió las cenizas desde el año 1987 hasta el 2000. En la actualidad las escorias se transportan junto al yeso que se obtiene en la desulfuración al hueco que se dejó para tal fin en la mina a cielo abierto "corta Barrabasa". El otro producto de desecho que se obtiene en la central es la ceniza, que se utiliza en obras públicas y para fabricar cemento.

Por todo ello, el embalse de Valdeserrana en la actualidad se utiliza para tener una reserva de 3 hm^3 que den apoyo a la operación de la central si la escasez de agua en la cuenca del Guadalope lo requiriese.

Estos son, a grandes rasgos, los tratamientos que se hacen a las aguas en la Central Térmica Teruel y las transformaciones que sufre en su función de transmisora de energía.

BIBLIOGRAFÍA

Información técnica de Endesa Generación SA.

SANZ JARQUE, Juan José. *El agua, la vida de Aragón*. Zaragoza, Librería General, 1998.

BOE n.º 40. Jueves 15 de febrero de 2007 (1808).

Informe de viabilidad del "Proyecto de recrecimiento de la presa del embalse de Santolea sobre el río Guadalope" a los efectos previstos en el artículo 46.5 de la Ley de Aguas. Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente.