central térmica de Alcudia

ENRIQUE SANCHEZ CONDE, Ingeniero de caminos

Palma de Mallorca

La Isla de Mallorca tiene escasos recursos hidráulicos y térmicos. Carece de ríos de régimen permanente aptos para realizar aprovechamientos hidroeléctricos satisfactorios, y tampoco tiene en su subsuelo combustibles en cantidad suficiente para mantener centrales térmicas importantes. Solamente existen algunas manchas de lignito, cuyas capas de potencia pequeña y de características muy variables dan un porcentaje medio que se puede fijar en un 27 % de cenizas y un poder calorífico de 3.600 calorías por kilogramo.

No existen industrias pesadas, pero los riegos, las aplicaciones domésticas y una serie de pequeñas industrias derivadas de los trabajos de artesanía, dan lugar a un consumo de energía eléctrica de características muy acusadas. Las curvas de consumo diario son muy desiguales, especialmente en ciertas épocas del año, llegándose a una demanda, en ciertas horas, de seis a siete veces la mínima del día.

En estas condiciones, el rendimiento de una Central Térmica no podía ser bueno. Al gravamen que suponía la importación de combustible era necesario añadir el exceso que se consume al disminuir la demanda en ciertas horas del día y, sobre estos inconvenientes, es preciso tener en cuenta que, para dar servicio en las horas de máxima demanda, la Central debe estar sobreequipada, existiendo, por tanto, una baja utilización de las máquinas y una rentabilidad muy escasa.

Todas estas dificultades frenaron la inversión de capitales en el negocio eléctrico, por lo que el desarrollo del consumo de energía en la isla creaba un problema cuya solución se inició al hacerse cargo el I. N. I. del suministro en 1952. Para resolverlo se instalaron, primeramente, dos centrales móviles, propiedad de la Empresa Nacional de Electricidad, S. A., y posteriormente, en 1955, se inició por la Empresa Gas y Electricidad, S. A., filial como la anterior del I. N. I., la construcción de una Central Térmica adecuada para quemar lignitos de la Isla o fuel-oil indistintamente. Con estas realizaciones se ha pasado de un consumo de 51 kWh anuales por habitante en 1930 a 254 en 1956 y a 287 en 1958.

Sistema de refrigeración.—Cinta transportadora de carbón.—Tanques medidores y casa de bombas de fuel-oil.

A fin de mejorar el rendimiento térmico se ha estudiado, y se van a realizar actualmente, unos saltos hidráulicos que puedan proporcionar las puntas de consumo diario. Un estudio cuidadoso ha permitido determinar que, en la cordillera que forma el esqueleto de la isla, con alturas de 1.500 m y lluvias de 1.200 a 1.400 mm anuales, aunque no existan verdaderos ríos de régimen permanente, por la naturaleza caliza del terreno, las precipitaciones pueden almacenarse en ciertos valles, dando lugar a aprovechamientos hidroeléctricos de gran desnivel. Se ha llegado a la conclusión de que se puede llegar a instalar una potencia de unos 28.000 kW, en parte bajo la forma de máquinas reversibles que permitan el bombeo entre los embalses.

Con este sistema de producción, la energía térmica pasa a adquirir sus características más favorables, funcionando en base de aprovisionamiento de los consumidores, en producción casi constante. Las puntas de consumo serán suministradas por saltos hidráulicos, mientras que en los valles, ayudándose de las estaciones de bombeo, se formarán embalses de reserva.

Complementariamente con la ejecución de este sistema, y mientras se realiza, se van a instalar turbinas de gas que puedan atender, posteriormente, a la producción de base cuando los saltos hidráulicos estén terminados.

La nueva Central Térmica ha sido proyectada para la instalación de tres grupos gemelos de 15.000 kW, de los cuales se han instalado dos, previendo la posibilidad de sustituir el tercero por otro de doble potencia. Como lugar para su construcción han sido elegidas las cercanías del Puerto de Alcudia.

Emplazamiento de la nueva Central

El emplazamiento de una construcción de este tipo viene fijado por las posibilidades existentes para la refrigeración y por la economía en el transporte de combustible. En Mallorca era preciso considerar además el interés turístico del punto escogido.

Refrigeración.—El caudal a utilizar en esta función obligaba, en el caso considerado, a situar la Central en el litoral de la isla. Cada grupo precisa un caudal de 1 m³/s, imposible de suministrar, con ciertas garantías de permanencia, en cualquier punto del interior. En la costa, unas situaciones son mejores que otras, debido al problema que provocan las algas, que, al presentarse en grandes masas, principalmente en los temporales invernales, producen la obstrucción de las conducciones y tuberías del condensador de la turbina.

Cubierta de la tolva de carbón.

En este sentido, el emplazamiento cerca del Puerto de Alcudia presentaba condiciones favorables. Durante el invierno se puede hacer la toma de agua de refrigeración en el interior del puerto, donde las algas no se estacionan, en tanto que en el verano se puede utilizar una toma exterior, con agua más fresca que la del puerto.

Abastecimiento de combustible.—El suministro de fuel-oil aconsejaba se situara la Central cerca de un puerto donde se pudiera hacer con facilidad la descarga de este combustible. Por otra parte, era necesario tener en cuenta la proximidad a la zona minera para gravar en cantidades pequeñas el precio del lignito.

Ambas condiciones quedaban cumplidas en el emplazamiento del Puerto de Alcudia.

Silos de escorias y cenizas de lignito.

Interés turístico.—Uno de los ingresos mayores de la Isla es el producido por el turismo, que se extiende especialmente por las costas y, en forma principal, por la capital y playas cercanas. En el emplazamiento adoptado, este interés queda disminuído, sobre todo, por haberse escogido como tal una península que forma el muelle del Puerto de Alcudia, alejado de los puntos turísticos locales.

Terreno

El terreno de emplazamiento es de una geología muy variada. Los diferentes sondeos que se han hecho en él para determinar la situación óptima de la Central indican que primitivamente fué, probablemente, un acantilado costero de caliza. La plataforma actual se ha formado por el relleno de las aportaciones de un pequeño arroyo y por los propios derrumbamientos del acantilado producidos por las erosiones del mar. Todo ello ha dado como consecuencia un terreno muy variado en el que, a poca distancia, se puede encontrar roca sana, gravas calizas o un relleno de espesor considerable y de escasa consistencia, formado por arcilla y gravilla menuda, que se halla bajo el nivel freático y está casi saturado de agua.

El edificio de la Central se ha situado en la zona de roca, dejando el resto de la parcela para construcciones de menor carga. A pesar de ello, la falta de homogeneidad ha aconsejado realizar las zapatas de los pilares corridas en su totalidad, evitando, de esta forma, los posibles asientos diferenciales que pudieran producirse.

Disposición

La Central y sus instalaciones auxiliares han sido construidas en una parcela de forma trapezoidal, limitada por la carretera de acceso al muelle del Puerto de Alcudia, por la carretera que conduce al lugar denominado Aucanada y por el mar. La primera da acceso a la propia Central y a los edificios de oficinas y talleres. Por la segunda está previsto el aprovisionamiento de lignito para ser descargado al parque de carbón. El fuel-oil se descarga en el puerto, almacenándose directamente en los tanques alimentadores de calderas.

El edificio de la Central consta de: una nave de turbos, calderas intemperie y una nave intermedia donde van instaladas las tolvas de carbón, molinos, etc. A ambos lados se han realizado las instalaciones complementarias. En la zona inmediata a la sala de calderas se ha instalado el sistema colector de cenizas y escorias, y un poco más alejados se han colocado los tanques de fuel-oil. En la parte de turbos se han situado los transformadores de tensión, el parque de alta tensión y las salidas de líneas.

Por ambas fachadas laterales acometen, de un lado, las cintas transportadoras de carbón, que llevan el lignito desde el parque hasta las tolvas de carbón del edificio, y por el opuesto, las tuberías de agua de refrigeración procedentes de la casa de bombas.

Omitimos una descripción minuciosa de las instalaciones generales y de las partes de la Central. Las fotografías que acompañan al artículo dan idea de ellas más concisamente y, al describir los detalles y métodos constructivos, aclararemos brevemente el funcionamiento de cada una de las partes que se mencionen.

Solamente consignaremos, como dato interesante, las características de las diferentes máquinas:

Calderas

Combustible, lignito o fuel-oil indistintamente; presión del vapor, 44 kg/cm²; temperatura del vapor, 443°C; producción de vapor, 70.200 kg/hora por unidad.

El equipo de quemado del carbón incluye, por caldera, dos molinos y cuatro quemadores provistos de sopladores de hollín a base de vapor.

El equipo de quemado de fuel-oil incluye una bomba duplex, cuatro quemadores y sopletes eléctricos de ignición.

Turbogeneradores

Potencia, 15.000 kW por unidad con factor de potencia 0,8; tomas de vapor, 4; gasto de vapor, 65.780 kg/hr; presión de vapor, 42,2 kg/cm²; temperatura, 440°C; tensión de generación, 11.800 V; refrigeración, por aire.

Transformadores principales

Tipo, trifásico; refrigeración, por aire; conexión, triángulo-estrella; transformación, 11.800/66.000.

Bombas de refrigeración

Temperatura máxima del agua de toma, 28°C; variación de marea, 0,40 m; potencia, por grupo; tensión, 3.000 V; caudal bombeado, 0,50 m³/segundo.

Toda la instalación es del tipo monobloc. Cada turbogenerador forma de hecho una unidad independiente que funciona con su caldera, sistema de refrigeración y transformadores por separado, aunque, naturalmente, existen las debidas conexiones en previsión de posibles averías.

métodos constructivos

Las construcciones se han realizado, en su mayor parte, con elementos prefabricados, a causa de la escasez de productos cerámicos y a la urgencia de la terminación de las obras, siendo de subrayar esta última circunstancia. Comenzadas las cimentacio-

nes del edificio en mayo de 1956, el primer grupo generador de energía se ha puesto en marcha en diciembre de 1957, realizando casi simultáneamente el proyecto, la construcción y el montaje de la maquinaria. El segundo grupo ha entrado en funcionamiento pocos meses después, cumpliendo, de esta forma, la primera parte del programa de instalación de la Empresa propietaria, GESA.

Organización de la obra

Se han utilizado, preferentemente, medios mecánicos en todos aquellos tajos donde ha sido posible. Las palas excavadoras y cargadoras han sido empleadas en el desmonte de tierras y en la explotación de la cantera de la obra, cuyas voladuras se efectuaban por trenes de sondeos.

Esta cantera ha sido explotada con el doble fin de producir la escollera necesaria para formar la toma de agua de refrigeración en el mar y obtener el árido necesario para la fabricación de hormigones.

construcción

Montaje y prefabricación de elementos.

La escollera se colocaba por medio de grúas-pórtico, en tanto que la grava era transportada a una estación de machaqueo y clasificación de áridos, muy próxima a la cual estaba instalada la estación de hormigonado, lo que permitía una vigilancia en las dosificaciones de áridos que ha dado hormigones de alta calidad.

En la obra se ha empleado preferentemente el hormigón, realizando prácticamente todas las estructuras de los edificios con este material. Solamente son metálicas las vigas de la nave de turbinas y la estructura de la sala de calderas intemperie.

En general, las estructuras de los edificios se han realizado hormigonando "in situ", ya que su peso y las dificultades de colocación en obra no hacían aconsejable fueran prefabricadas. Solamente se han prefabricado, para acortar el plazo de ejecución, algunas vigas de cubierta, tales como las de la casa de bombas de refrigeración. Sin embargo, ha sido frecuente la preparación de las armaduras de vigas y pilares en taller, colocándolas en obra mediante grúas.

Piezas prefabricadas

Las utilizadas en la obra pueden clasificarse en dos grupos perfectamente definidos: los elementos estructurales, y las piezas para muros y cerramientos. Los primeros se han realizado con hormigones de cemento Portland, en las dimensiones requeridas para su finalidad, vertiendo las amasadas dentro de los moldes formados por encofrados de madera o recubiertos con chapa de zinc, y tratando las masas con vibradores de superficie o pervibradores. Dado su tamaño fué necesario, en general, disponer de la maquinaria adecuada para su puesta en obra. Dentro de este tipo podemos incluir los soportes del aparellaje eléctrico del parque de alta tensión, las viguetas y vigas de cubiertas, los cajones para las embocaduras de las tomas de agua de refrigeración, los marcos para túneles, etc.

Piezas prefabricadas de cerramiento y zócalo.

Las piezas prefabricadas para muros y cerramientos se han hecho con formas y tamaños que permitieran su fácil manejo por un hombre. Se realizaban con pastas muy secas de cemento blanco en las caras vistas, y con dosificaciones que permitían el vertido y apisonado a mano dentro de moldes compuestos de diferentes partes para poder extraer la pieza. Eran de formas complicadas y solían hacerse sin armadura de ninguna clase o ligeramente armadas con alambre galvanizado, con objeto de impedir que aparecieran en la superficie manchas de óxido por el escaso recubrimiento.

Teniendo en cuenta la variación de los edificios que forman el total de la obra y de las diferentes funciones que debían cumplir, el número de piezas prefabricado ha sido grande, pero, en cada tipo, las repeticiones han permitido amortizar los costes de los moldes con largueza. Se pueden clasificar, aunque en forma algo heterodoxa, en piezas para moldear hormigón y piezas de fachadas de edificios.

Piezas estructurales prefabricadas

No describiremos su fabricación por no presentar ninguna particularidad. En algunas de las fotografías adjuntas pueden verse estas piezas y, entre ellas, las referentes a la cubierta de la nave de turbinas, formada, como otras, por viguetas de hormigón, prefabricadas, que, en este caso, apoyan sobre vigas metálicas resistentes y están enlazadas por bovedillas. El conjunto se rellena superiormente para darle una superficie plana, mientras por la parte inferior se completa mediante plafones de escayola.

Piezas para moldear hormigones

Deben distinguirse entre ellas las que sirven para moldear hormigones en masa y aquellas que se emplearon para moldear hormigones armados.

El tipo característico de las primeras es el que se destinaba a los muros de cerramiento, mejorando su aspecto estético y suprimiendo el encofrado. Se montaban como sillares de cantería, relleno, posteriormente de hormigón, el espacio entre la pieza y el talud de la excavación o entre dos superficies paralelas de piezas.

Las piezas para moldear hormigones armados eran más complicadas y dotadas de las formas necesarias para facilitar la puesta en obra de las armaduras, siendo su tamaño más pequeño para que pudieran ser manejadas por los operarios directamente.

construcción

Los tipos que se han utilizado más frecuentemente han sido el de zócalos de edificios y el de silos y chimeneas.

El primero está constituido por dos secciones en Λ unidas, que dejan un hueco central cerrado y dos laterales abiertos. El primero se puede rellenar de hormigón si es necesario, pero son los dos laterales los destinados a alojar los redondos verticales de la armadura del muro y el hormigón correspondiente. En las fotografías, puede verse la fabricación a mano de estas piezas.

La forma inicial de las piezas para chimenea fué propuesta por la Sección de estudios del contratista de la obra, Dragados y Construcciones. Consisten, en esencia, en dos placas curvas unidas entre sí por pestañas. La conicidad de la chimenea ha obligado a dividir su fuste en varias zonas dentro de las cuales se repite el mismo tipo de pieza, logrando el talud lateral por retranqueo de las piezas de cada hilada hacia el interior al propio tiempo que se disminuye el ancho de las juntas verticales entre piezas.

En los elementos cilíndricos la presentación y colocación de piezas es mucho más

sencilla, ya que basta con aplomrarlas y nivelarlas para cuidar del aspecto exterior de las juntas.

En las fotografías adjuntas se pueden ver las piezas y la forma de realizar la construcción de la chimenea.

Fotos: BALEAR y WOLFAN

Piezas de fachada

El tipo inicial es un marco de hormigón, dos de cuyos lados paralelos tienen más profundidad que los otros dos. Las piezas destinadas a ventanas carecen de fondo. Este se sustituye por un cristal, o llevan los rebajes adecuados para adosar a ellas un practicable metálico. Las otras piezas tienen el fondo de hormigón, adornado en el interior con acanaladuras para evitar la monotonía de paños lisos.

Las piezas se utilizan de forma que con sus lados o nervios más salientes proporcionen una protección a la fachada contra los rayos del sol. De esta forma, las nervaciones son horizontales en la fachada a mediodía y verticales en el resto.

Todas ellas tienen entalladuras en los bordes para mejorar la unión de unas piezas con otras, asentándolas sobre una capa de mortero, e introduciendo, cuando sea necesario, un redondo entre ambas piezas para transmitir los esfuerzos del paño de pared a la estructura del edificio.

chimenea y ventanales