

# Central Nuclear de Cofrentes





Una instalación donde se produce  
electricidad para todos



La Central Nuclear de Cofrentes, propiedad 100% de IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR, S.A.U., es, en la actualidad, el centro de producción de energía eléctrica más importante de la Comunidad Valenciana, y la central nuclear de mayor potencia de nuestro país, con 3237 MW de potencia térmica autorizada y 1092 MW de potencia eléctrica.



## Información contenida en este libro



### Central Nuclear de Cofrentes

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 La Central</b>                                                                        | <b>6</b>  |
| <b>2 Ubicación</b>                                                                         | <b>7</b>  |
| <b>3 Características técnicas</b>                                                          | <b>9</b>  |
| <b>4 Construcción</b>                                                                      | <b>11</b> |
| <b>5 Contención Mark III</b>                                                               | <b>14</b> |
| · Vasija del reactor .....                                                                 | 17        |
| · Núcleo .....                                                                             | 18        |
| · Tratamiento y fabricación de combustible.....                                            | 19        |
| · Ciclo principal.....                                                                     | 22        |
| · Funcionamiento.....                                                                      | 22        |
| · Sistemas de Refrigeración.....                                                           | 24        |
| · Seguridad ante situaciones extremas .....                                                | 24        |
| <b>6 Disposición general de los edificios</b>                                              | <b>27</b> |
| · Edificio del Reactor .....                                                               | 28        |
| · Edificio de Turbina y Generador.....                                                     | 30        |
| · Edificio de Combustible.....                                                             | 31        |
| · Edificio Auxiliar .....                                                                  | 32        |
| <b>7 Gestión de los residuos</b>                                                           | <b>38</b> |
| <b>8 Protección radiológica</b>                                                            | <b>41</b> |
| <b>9 Sistema de tratamiento de agua y gestión de líquidos de la Central</b>                | <b>43</b> |
| · Sistemas de captación y su tratamiento .....                                             | 43        |
| · Sistema de tratamiento de agua del ciclo principal .....                                 | 43        |
| · Sistema de agua de servicio de la Central .....                                          | 44        |
| · Sistema de agua de servicio esencial .....                                               | 44        |
| · Sistema de neutralización.....                                                           | 44        |
| · Sistema de vertidos.....                                                                 | 45        |
| · Sistema eléctrico.....                                                                   | 46        |
| <b>10 Instrumentación y control</b>                                                        | <b>47</b> |
| · Control de la seguridad nuclear.....                                                     | 47        |
| · Sistema informático de vigilancia del funcionamiento<br>y rendimiento de la Central..... | 48        |
| <b>11 Seguridad</b>                                                                        | <b>49</b> |



### El Medio Ambiente y la Central Nuclear de Cofrentes

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 La Central y su entorno</b>                             | <b>53</b> |
| <b>2 Sistema de Gestión Ambiental: SGA</b>                   | <b>55</b> |
| <b>3 La Central y el agua</b>                                | <b>58</b> |
| <b>4 La Central y el aire</b>                                | <b>62</b> |
| <b>5 Medios y métodos de vigilancia radiológica</b>          | <b>64</b> |
| <b>6 PVRA (Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental)</b> | <b>65</b> |



### Centro de información



# Central Nuclear de Cofrentes



# 1 La Central

---

La Central Nuclear de Cofrentes, propiedad de IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S.A.U., utiliza la tecnología de reactor de agua en ebullición (BWR/6). El combustible es uranio ligeramente enriquecido, es decir, uranio con un porcentaje mayor del isótopo fisionable U-235 que el que habitualmente se encuentra en la naturaleza.

La construcción de la Central se realizó con un alto grado de participación (82%) de las empresas españolas especializadas en el sector nuclear.

La Central Nuclear de Cofrentes se encuentra, tanto desde el punto de vista tecnológico como desde el de gestión, a la vanguardia de las centrales nucleares del mundo. Así lo han reconocido prestigiosas publicaciones técnicas y diversas empresas y organismos nacionales e internacionales.



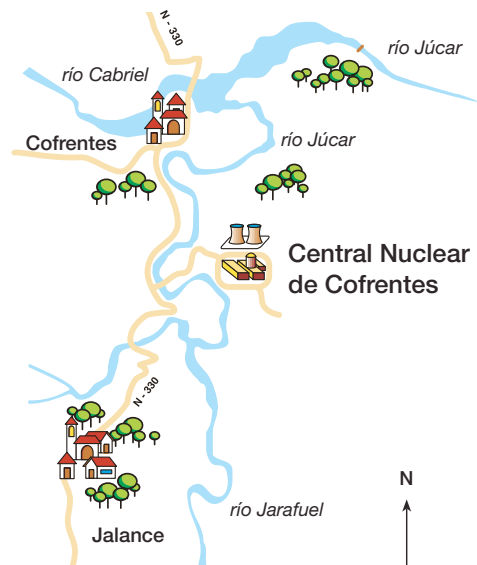


## 2 Ubicación

La Central Nuclear de Cofrentes está situada a 2 km. del pueblo de Cofrentes, provincia de Valencia, en el margen derecho del río Júcar, ubicada a 47 m. por encima del río (cota 372 m. sobre el nivel del mar).

La superficie total del emplazamiento es de 300 Ha.

Las localidades más cercanas son Cofrentes al Norte y Jalance al Sur, ambas sobre la carretera nacional 330, que pasa a 1 km. del edificio del reactor, y que conecta con la A-3 Madrid-Valencia en Requena, y por el Sur con la Autovía Madrid-Alicante en Almansa. La distancia por carretera a Valencia es de 110 km. aproximadamente.





### 3 Características técnicas

|                                     |                                                                      |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Tipo de reactor                     | BWR/6 (Boiling Water Reactor)<br>Reactor de Agua en Ebullición       |
| Suministrador principal             | General Electric                                                     |
| Contención                          | Tipo MARK III                                                        |
| Combustible                         | Dióxido de Uranio enriquecido (UO <sub>2</sub> )                     |
| Nº elementos de combustible         | 624                                                                  |
| Presión nominal de vapor            | 74,5 kg/cm <sup>2</sup>                                              |
| Caudal nominal de vapor             | 5.760 ton/h                                                          |
| Potencia térmica                    | 3.237 MWt                                                            |
| Potencia eléctrica                  | 1.092,02 MWe                                                         |
| Duración ciclos de operación        | 24 meses                                                             |
| Sistema de refrigeración            | Circuito cerrado a través de torres de refrigeración de tiro natural |
| Tensión en bornas alternador        | 20 kV                                                                |
| Elevación en transformadores        | 400 kV                                                               |
| Primera conexión a la red eléctrica | 14 de octubre 1984                                                   |
| Entrada en operación comercial      | 11 de marzo 1985                                                     |
| Permiso de explotación hasta        | 20 de marzo 2021                                                     |



## *Central Nuclear de Cofrentes*



*Emplazamiento antes de la construcción*



*Central Nuclear de Cofrentes en construcción*

## 4 Construcción

**En 1975 se inició la obra civil que se desarrollaría durante 9 años, hasta su puesta en funcionamiento en 1984**

El proyecto de Cofrentes se inició en 1972, tras la decisión adoptada por el Consejo de Administración de Hidroeléctrica Española (actual IBERDROLA), una vez contratado con General Electric el suministro del equipo principal: reactor y turbo grupo.

Con respecto a la selección del emplazamiento, se determinó que Cofrentes reunía las condiciones adecuadas conforme a los requisitos establecidos por la normativa española.

Las distintas fases del proyecto, tanto en construcción como en explotación, fueron supervisadas por los organismos reguladores competentes, garantizando el cumplimiento de la legislación vigente, normas y condicionamientos establecidos.

Por otra parte, la Confederación Hidrográfica del Júcar estableció los mecanismos necesarios para controlar tanto la captación de agua como la descarga de la misma al cauce del río Júcar, manteniendo las características fijadas en la concesión de agua y permisos de vertidos otorgados.

### Permisos y autorizaciones

**1972 Autorización previa:** Ministerio de Industria. Resolución de la Dirección General de la Energía de 13 de noviembre. El período de Información Pública se abrió el 30 de enero de 1972, por anuncio publicado en el BOE núm. 25, de 29 de enero de 1972.

**1975 Licencia de obras:** Ayuntamiento de Cofrentes. Acuerdo Municipal de 18 de marzo. **Licencia de actividad:** Ayuntamiento de Cofrentes. Acuerdo Municipal de 18 de marzo. **Autorización de construcción:** Ministerio de Industria. Resolución de la Dirección General de la Energía de 9 de septiembre.

**1976 Concesión de aguas del río Júcar:** Ministerio de Obras Públicas. Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas de 9 de diciembre.

**1980 Autorización para el transporte del primer núcleo:** Ministerio de Industria y Energía. Resolución de la Dirección General de la Energía de 21 de febrero. **Autorización de almacenamiento temporal de sustancias nucleares:** Ministerio de Industria y Energía. Resolución de la Dirección General de la Energía de 21 de febrero.

**1982 Prórroga de la autorización de construcción:** Ministerio de Industria y Energía. Resolución de la Dirección General de Energía de 4 de agosto. **Aprobación del programa de pruebas prenucleares:** Ministerio de Industria y Energía. Resolución de la Dirección General de la Energía de 3 de diciembre.

**1984 Permiso de explotación provisional:** Ministerio de Industria y Energía. Orden Ministerial de 23 de julio.

**1986 - 1ª Prórroga** del permiso de explotación provisional.

**1988 - 2ª Prórroga** del permiso de explotación provisional.

**1990 - 3ª Prórroga** del permiso de explotación provisional.

**1992 - 4ª Prórroga** del permiso de explotación provisional.

**1994 - 5ª Prórroga** del permiso de explotación provisional.

**1996 - 6ª Prórroga** del permiso de explotación provisional.

**2001 - 7ª Prórroga** de la autorización de explotación (10 años)

**2011 - 8ª Prórroga** de la autorización de explotación (10 años)



*Transporte, izado y colocación de la vasija*





*Construcción*

## 5 Contención Mark III

### Principios del funcionamiento del reactor de agua en ebullición

El tipo de reactor BWR (Boiling Water Reactor) utiliza agua ligera como moderador y refrigerante, y como combustible emplea uranio enriquecido en forma de óxido.

Dispone de un solo circuito: la ebullición del agua se produce en la vasija del reactor y el vapor pasa, directamente, a mover la turbina-alternador. Los reactores BWR también están muy extendidos y han sido desarrollados, fundamentalmente, en Estados Unidos, Alemania y Suecia.

La Central Nuclear de Cofrentes utiliza este tipo de reactor (BWR/6) diseñado por General Electric Co. con contención tipo Mark III, compuesta por los edificios del reactor, auxiliar y combustible.





## Contención Mark III - sección

### Edificio del Reactor

- 1 Blindaje de la contención
- 2 Contención metálica
- 3 Grúa Polar
- 4 Plataforma de recarga del reactor
- 5 Piscina superior
- 6 Limpieza de agua del reactor
- 7 Vasija del reactor
- 8 Tubería de vapor
- 9 Blindaje biológico del reactor
- 10 Tubería de agua de alimentación
- 11 Pozo seco
- 12 Lazo de recirculación
- 13 Ataguía
- 14 Venteo horizontal
- 15 Piscina de supresión

### Edificio Auxiliar

- 16 Túnel vapor
- 17 Centro de control de motores
- 18 Sistema de eliminación del calor residual (RHR)

### Edificio de Combustible

- 19 Piscina de transferencia del combustible
- 20 Tubo de transferencia del combustible
- 21 Grúa de manipulación del combustible
- 22 Piscina de almacenamiento de combustible
- 23 Piscina de combustible nuevo
- 24 Piscina para carga del contenedor
- 25 Contenedor para transporte del combustible gastado
- 26 Zona de embarque de combustible gastado

### Edificio de Combustible

- 20
- 19
- 22
- 23
- 21
- 24
- 25
- 26

### Contención

#### Tipo

Mark III

#### Presión de diseño

1,05 Kg/cm<sup>2</sup>

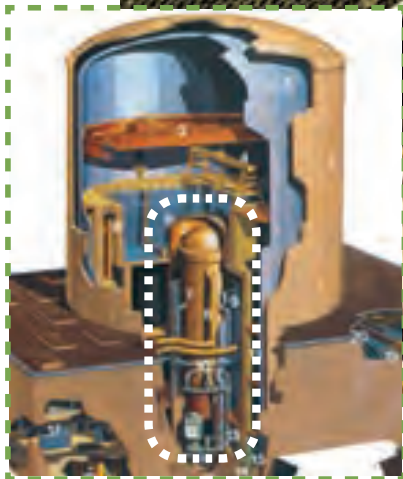
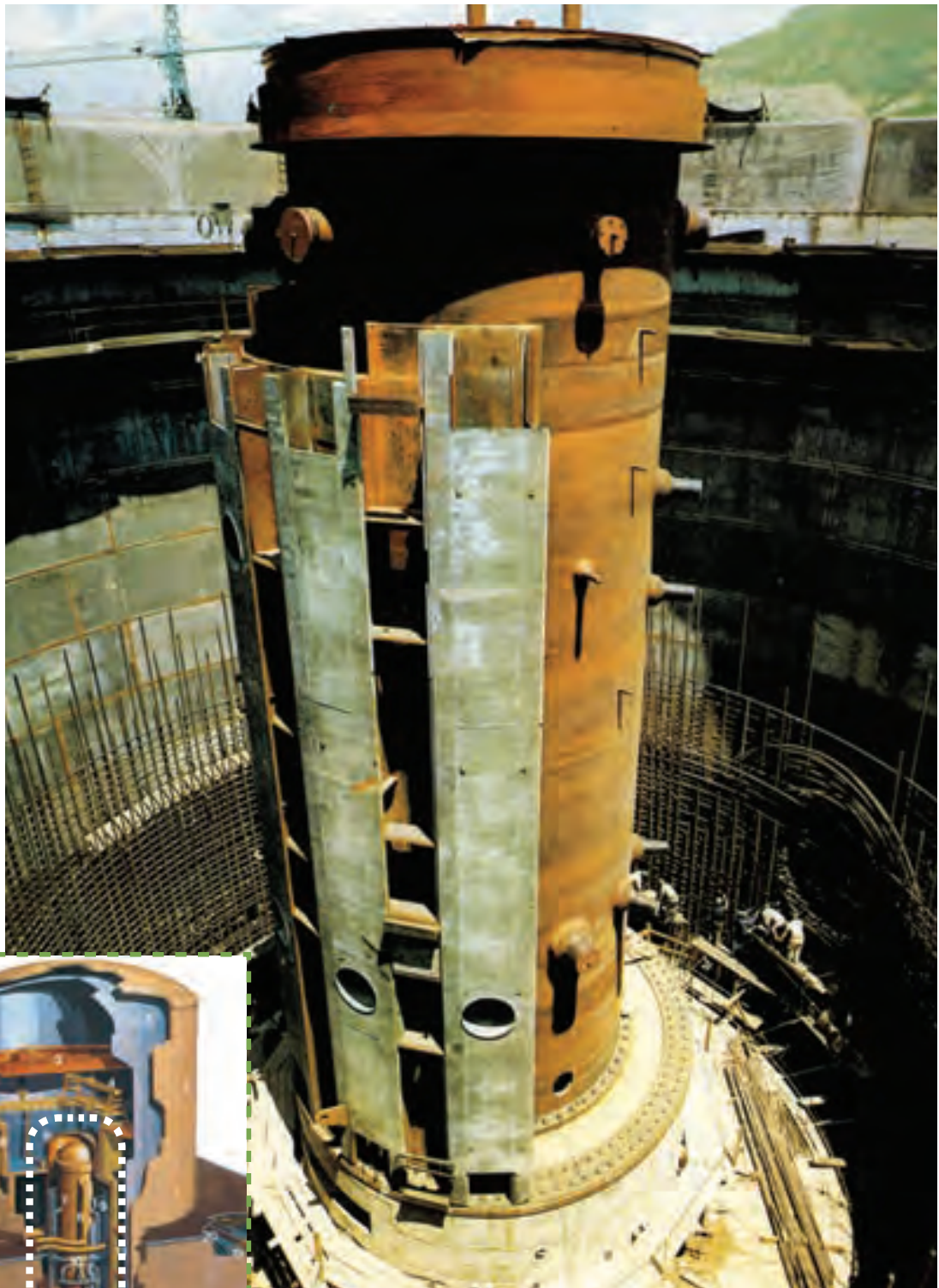
#### Altura

55,51 m.

#### Diámetro interior

34,76 m.

*Vasija del reactor durante su instalación*

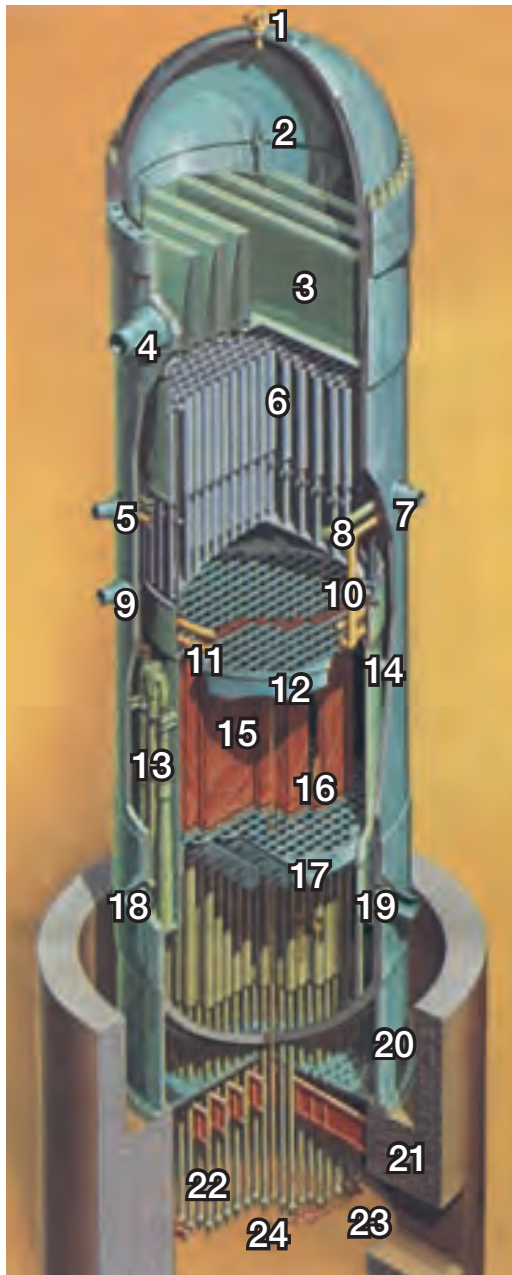


*Contención Mark III  
Ubicación de la vasija del reactor*

## Vasija del reactor

La vasija a presión del reactor mide 21,8 m de altura y tiene un diámetro interior efectivo de 5,5 m. Está fabricada de acero al carbono de alta resistencia y baja aleación y diseñada, fabricada y probada de acuerdo con el Código Asme Sección III, clase I.

El espesor mínimo de la pared es de 15,2 cm. con un recubrimiento interior de acero inoxidable de 5mm. de espesor. Pesa 560 Tm. (con tapa), lo que la hace el componente más pesado.



- 1 Venteo y rociador de la tapa
- 2 Barra para izado del secador de vapor
- 3 Conjunto del secador de vapor
- 4 Salida de vapor
- 5 Entrada para rociadores del núcleo
- 6 Conjunto de separadores de vapor
- 7 Entrada de agua de alimentación
- 8 Distribuidor de agua de alimentación
- 9 Entrada de la inyección de refrigerante a baja presión
- 10 Tubería de rociadores del núcleo
- 11 Distribuidor para rociadores del núcleo
- 12 Guía superior
- 13 Bombas de chorro
- 14 Envoltorio del núcleo
- 15 Elementos combustibles
- 16 Barra de control
- 17 Placa soporte del núcleo
- 18 Entrada de agua de recirculación
- 19 Salida de agua de recirculación
- 20 Soporte de la vasija
- 21 Blindaje del reactor
- 22 Accionadores de barras de control
- 23 Tuberías de accionamiento hidráulico de barras de control
- 24 Detectores internos de neutrones

### Vasija

|                           |                                                                |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Altura interna            | 21,8 m.                                                        |
| Diámetro interno          | 5,53 m.                                                        |
| Espesor mínimo metal base | 13,6 cm.                                                       |
| Material                  | Acero SA-533 GrB<br>(con revestimiento interior de inoxidable) |
| Presión de diseño         | 87,5 Kg/cm <sup>2</sup>                                        |

### Sistemas de control

|                                  |                    |
|----------------------------------|--------------------|
| Número de barras de control      | 145                |
| Geometría de la barra de control | Cruciforme         |
| Material absorbente de neutrones | B4C                |
| Sistema de accionamiento         | Hidráulico         |
| Otros sistemas de control        | Pentaborato sódico |

Sección de la vasija del reactor BWR/6



## Núcleo

El núcleo del reactor está compuesto por 624 elementos combustibles que contienen 113 Tm de Uranio con un grado de enriquecimiento medio del 4,02% en el isótopo U-235. Cada elemento combustible, está formado por barras, de aproximadamente 1 cm. de diámetro y 3,80 m. de longitud, colocadas en posición vertical y sujetas por dos estructuras o placas soporte en ambos extremos, más 7 espaciadores intermedios; cada elemento va finalmente enfundado en un manguito o canal de zircaloy-4 de sección cuadrada.

El núcleo del reactor está albergado dentro de la vasija a presión, donde queda fijado en la posición adecuada por medio de la placa soporte inferior y de la guía o placa superior. La refrigeración del mismo se realiza por convección forzada mediante 2 bombas de recirculación accionadas por motor (2 x 6.400HP), exteriores a la vasija, y una corona de 20 bombas de chorro (jet pumps) situadas en la periferia del núcleo dentro de la vasija del reactor.



### Características del núcleo del reactor

|                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| Altura activa                      | 3,81 m.       |
| Diámetro activo                    | 4,30 m.       |
| Número de elementos de combustible | 624           |
| Potencia lineal media              | 472/433 W/cm  |
| Densidad media de potencia         | 53,4 kW/litro |





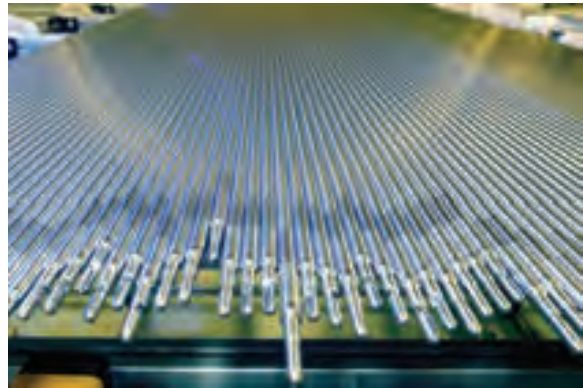
## Tratamiento y fabricación de combustible

Como producto de la minería y de los pretratamientos iniciales, el Uranio natural se comercializa en forma de concentrado de uranio o “yellow cake”, polvo amarillo que es una mezcla de diversas sales de Uranio pero con un contenido muy elevado del metal. En la segunda fase de elaboración, el “yellow cake” se convierte en hexafluoruro de uranio ( $\text{UF}_6$ ), sólido fácilmente sublimable.

El Uranio en forma de hexafluoruro, es enriquecido en el isótopo U-235 en planta de difusión o centrifugación gaseosa y, después de enriquecido, pasa a las fábricas de combustible nuclear donde es convertido en dióxido ( $\text{UO}_2$ ), polvo oscuro, al que en la etapa siguiente de fabricación se le da, bajo presión, la forma de pastillas que posteriormente son sinterizadas. Las pastillas se cargan en tubos de zircaloy que se sellan por sus dos extremos, formando barras de combustible estancas que después se agrupan para formar elementos combustibles.



Mineral de uranio



Varillas



Uranio “yellow cake”



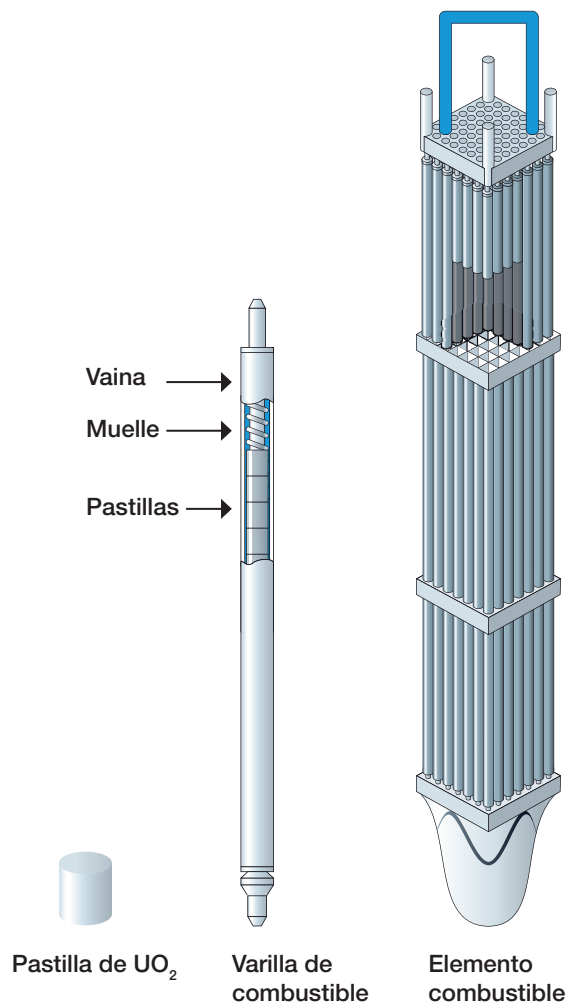
Dióxido de uranio



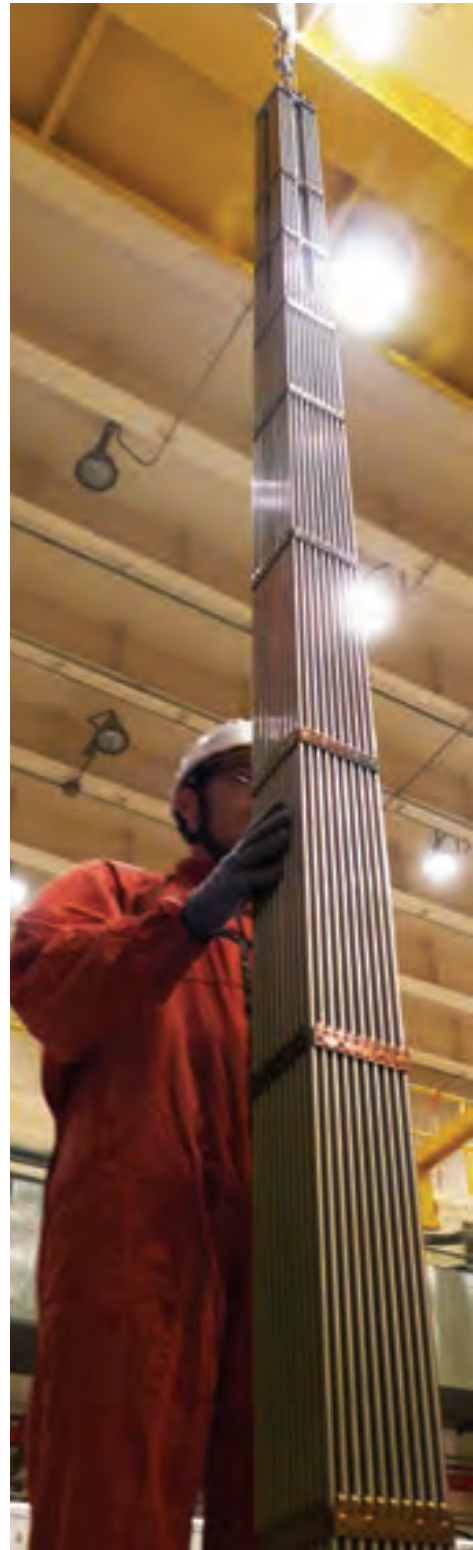
Ciclo

El Uranio enriquecido tiene un contenido mayor en el isótopo fisionable U-235 que el Uranio que se encuentra en la naturaleza.

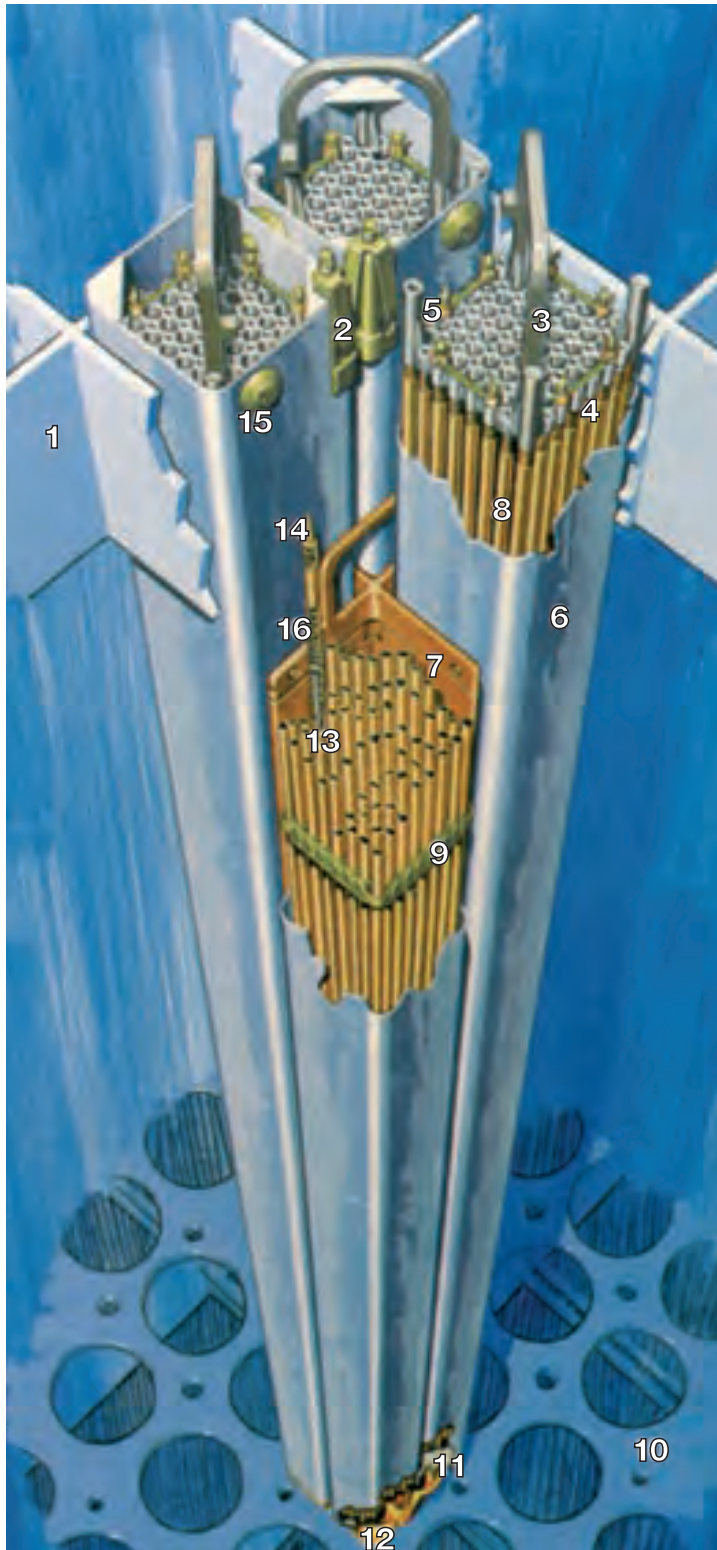
El Uranio se obtiene de minerales donde sólo el 0,71% del metal contenido es U-235, siendo el resto el isótopo ligeramente más pesado U-238. A esta mezcla de isótopos, en esta proporción, se le llama Uranio natural. En los reactores comerciales actuales, la mayor parte de la energía proviene de las fisiones de los núcleos del U-235.



*Composición de un elemento combustible*



## Elementos de combustible y barra de control cruciforme



Además de los elementos combustibles y los instrumentos de medida adecuados, el núcleo alberga 145 barras de control de acero inoxidable y de sección cruciforme, que contienen carburo de boro enriquecido en el isótopo B-10 como material absorbente de neutrones. Las barras de control penetran en el núcleo por la parte inferior.



Barra de control

- 1 Guía superior del combustible
- 2 Fijador del canal
- 3 Placa de unión superior con asa de manejo
- 4 Muelles de expansión
- 5 Saliente de cierre
- 6 Canal
- 7 Barra de control
- 8 Barra de combustible
- 9 Rejilla separadora
- 10 Placa soporte del núcleo
- 11 Placa de unión inferior
- 12 Pieza soporte de combustibles
- 13 Pastillas de combustible
- 14 Tapón final
- 15 Separador de canales
- 16 Muelle de cavidad

## Ciclo principal

El vapor saturado producido en el reactor, después de pasar por el separador de humedad y el secador de vapor situados en la parte superior de la vasija, es conducido a la turbina de alta presión a donde llega en unas condiciones de aproximadamente  $72 \text{ kg/cm}^2$ ,  $282^\circ\text{C}$  y  $0,5\%$  de humedad a través de 4 tuberías de  $650 \text{ mm}$ . de diámetro (26") sufriendo allí una primera expansión hasta una presión final de  $15,3 \text{ kg/cm}^2$ .

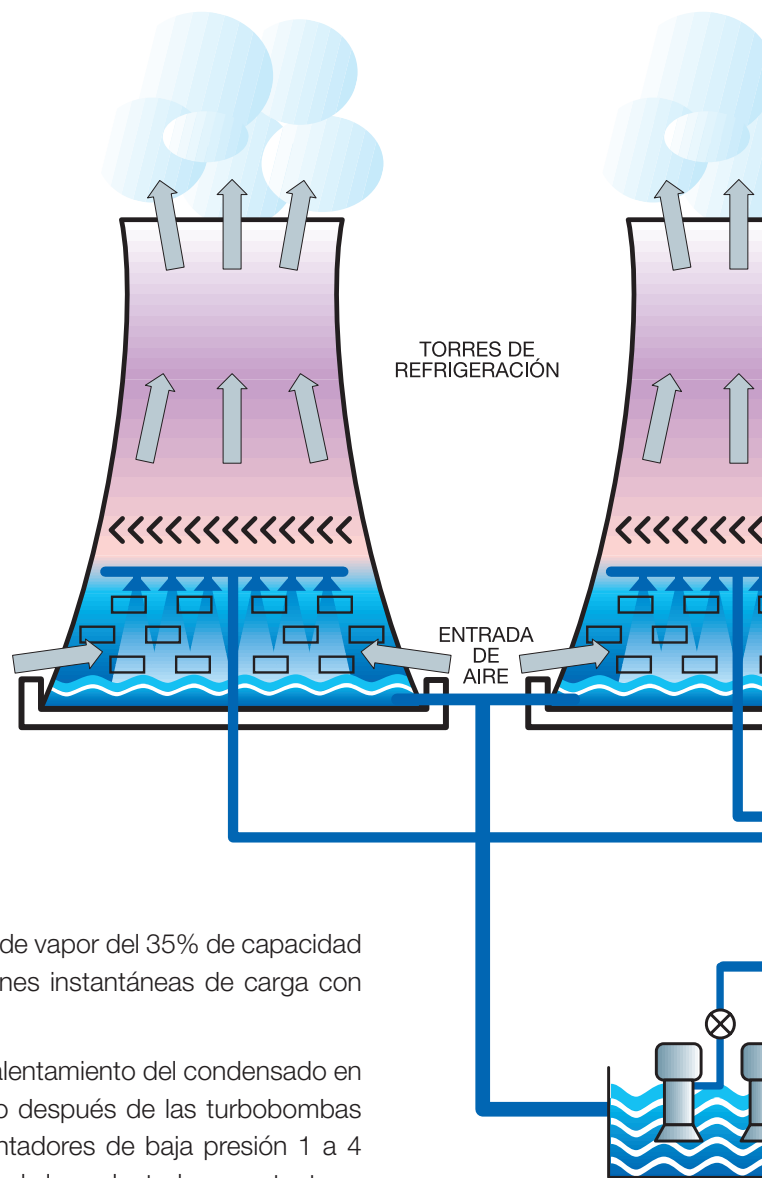
Este vapor expansionado es secado y recalentado de nuevo en dos calentadores y secadores de humedad situados a ambos lados de la propia turbina principal y alimentados, en parte, con vapor principal y en parte con una extracción de la turbina de alta presión. El vapor recalentado y seco es admitido finalmente en los dos cuerpos de baja presión de la turbina, donde finaliza su expansión hasta una presión final de  $75 \text{ mm}$ . de columna de mercurio absolutos (3"), descargando finalmente al condensador de doble presión.

## Funcionamiento

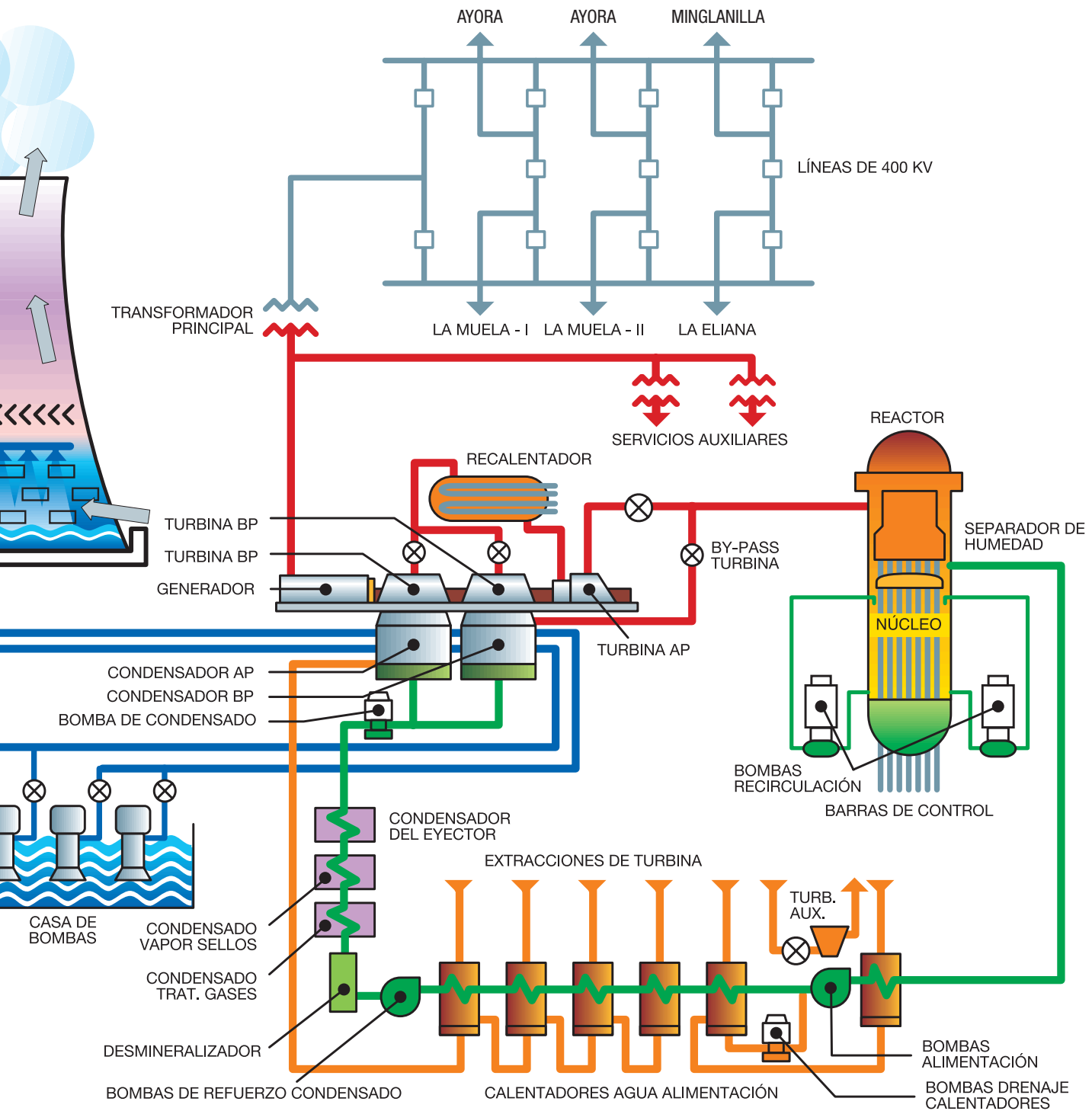
La turbina gira a  $1.500 \text{ rpm}$  y dispone de un by-pass de vapor del  $35\%$  de capacidad que permite los arranques y compensa las variaciones instantáneas de carga con alteraciones mínimas en la presión de vapor.

El ciclo regenerativo se cierra con cinco etapas de calentamiento del condensado en baja presión y un calentador de alta presión situado después de las turbobombas de agua de alimentación. Los drenajes de los calentadores de baja presión 1 a 4 fluyen en cascada hasta el condensador; los drenajes de los calentadores restantes y de los separadores/recalentadores de vapor son reinyectados directamente al ciclo, reduciendo así el caudal de bombeo a baja presión y el tamaño de las bombas de condensado.

El condensador está refrigerado en circuito cerrado con las torres de refrigeración de tipo natural que enfrían, a plena carga, un caudal de  $32,8 \text{ m}^3/\text{sg}$ . de agua.







AP: Alta presión  
 BP: Baja presión

## **Sistemas de Refrigeración**

Para cubrir el fallo del sistema normal de extracción de calor del reactor, es decir, la generación de energía, se dispone de unos sistemas de emergencia con capacidad y redundancias suficientes para mantener la refrigeración del núcleo hasta llevar el reactor a la condición de parada segura, sin que se excedan los límites de presión de la envoltura y temperatura de diseño del combustible, no permitiendo el escape de productos de fisión al exterior.

Los sistemas de emergencia y sus funciones específicos son los siguientes:

- 1- Sistema de alivio de presión del sistema nuclear**
- 2- Sistema de refrigeración del núcleo aislado (RCIC)**
- 3- Sistemas de refrigeración de emergencias (ECCS)**

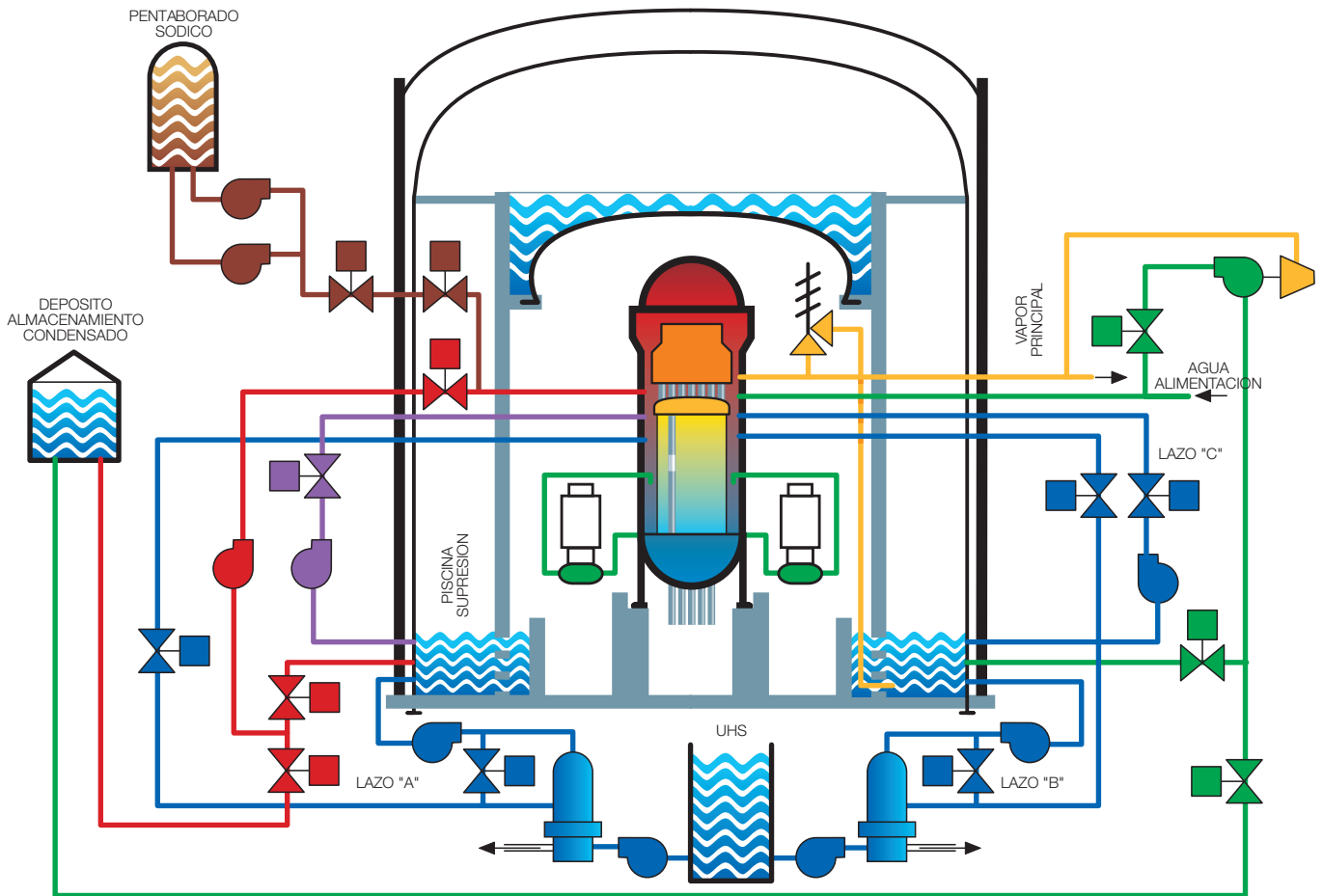
## **Seguridad ante situaciones extremas**

La finalidad de la seguridad a ultranza aplicada durante el diseño, construcción y explotación de las centrales nucleares es garantizar que no se produzcan daños a las personas y a los bienes.

El origen de estas situaciones extremas puede encontrarse en posibles accidentes ajenos al propio funcionamiento de la Central, como pueden ser terremotos, inundaciones, huracanes y otros, o en situaciones anormales producidas por algún fallo en el mismo.

Para hacer frente a las situaciones extremas de origen natural y minimizar las consecuencias de las mismas, se postulan una serie de sucesos probables basándose en el estudio y análisis de datos históricos y un conocimiento profundo, local y regional, de las características geológicas, sismológicas, hidrológicas y meteorológicas de la zona y de las actividades que se desarrollan en la misma. Como consecuencia de estos estudios, se diseñan y construyen sistemas para que, en el caso de que se produzcan estas situaciones, la Central pueda llegar a la situación de parada segura, sin riesgos para las personas y el entorno.

En el caso de que el origen del incidente estuviese en la propia central, existen sistemas de seguridad que impiden que las consecuencias radiológicas del mismo tengan efectos perjudiciales. Estos sistemas de seguridad son redundantes e independientes para que, en caso de fallo de uno de ellos, actúe el otro de manera automática.



Sistemas de Refrigeración

|                                       |      |                                                                                                |
|---------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <span style="color: red;">■</span>    | HPCS | High Pressure Core Spray - (Rociado del núcleo a alta presión)                                 |
| <span style="color: purple;">■</span> | LPCS | Low Pressure Core Spray - (Rociado del núcleo a baja presión)                                  |
| <span style="color: blue;">■</span>   | LPCI | Low Pressure Core Injection - (Inyección al núcleo a baja presión)                             |
| <span style="color: green;">■</span>  | RCIC | Reactor Core Isolation Cooling - (Refrigeración del núcleo aislado)                            |
| <span style="color: orange;">■</span> | ADS  | Automatic Depressurization System - (Sistema de seguridad y alivio de presión sistema nuclear) |
| <span style="color: brown;">■</span>  | SBLC | Stand-By Liquid Control - (Sistema de control del líquido de reserva)                          |





14

13

8

1

2

4

3

5

7

6



## 6 Disposición general de los edificios

Las edificaciones quedan, prácticamente todas, dentro del área de exclusión, un círculo de 750 m. de radio con centro en el eje del reactor



- 1 Edificio del Reactor
- 2 Edificio de Servicios
- 3 Edificio de Combustible
- 4 Edificio Auxiliar
- 5 Edificio G. Diésel
- 6 Torre evacuación gases
- 7 Tratamiento de residuos de baja actividad
- 8 Edificio de Turbina
- 9 Almacén de residuos de media/baja actividad
- 10 Estanque de agua de servicios esenciales
- 11 Área de tratamiento de aguas
- 12 Torres de refrigeración
- 13 Balsas de vertidos
- 14 Parque de distribución eléctrica

Las edificaciones de la Central pueden agruparse en 3 grandes zonas:

- Zona de edificios principales
- Zona de servicios de refrigeración y gestión de líquidos
- Parque de intemperie

El bloque de edificación está formado por una alineación N-S de edificios principales: turbina, auxiliar, reactor y combustible, a los que se adosan por el E los de calderas auxiliares, calentadores, tratamiento de desechos radiactivos y diesel, y por el O el de servicios y el edificio eléctrico. Un poco separados del bloque anterior, aunque comunicados con él, quedan hacia el SO los edificios de talleres/almacén, de administración y comedores. Más al SO se encuentran el control de acceso de personal y los edificios de oficina y servicios médicos.

## **Edificios principales**

### **Edificio del Reactor**

De sección circular con 42 m. de diámetro y 52 m. de altura máxima exterior, es un edificio de clase sísmica 1 destinado a albergar al reactor y sus principales circuitos y componentes auxiliares. Incluye un sistema de supresión de presión destinado a absorber la energía liberada y evitar el escape de productos de fisión en el caso de producirse el accidente base de diseño (accidente con pérdida de refrigerante).

En el centro del edificio está situada, sobre un pedestal, la vasija del reactor, rodeada de una envoltura de blindaje y, progresando desde la vasija hacia el exterior del edificio se encuentran, a manera de envoltentes, las siguientes capas:



- la pared del pozo seco (presión absoluta del diseño  $3,1 \text{ Kg/cm}^2$ ), que con la tapa superior metálica constituye un recinto estanco sin más salida que a través de la piscina de supresión,
- la piscina de supresión de presión, de planta anular y llena de agua hasta la cota 5,7 m. sobre el fondo ( $3.200 \text{ m}^3$  de agua),
- la contención metálica, cilindro de acero de 58,5 m. de altura (51,4 m. sobre la cota de explanación) y 40 m. de diámetro, rematado en una cúpula elipsoidal y diseñado para soportar una presión interna absoluta de  $2.05 \text{ Kg/cm}^2$ ,
- el edificio de blindaje, cilindro de hormigón armado concéntrico a la contención metálica. Entre ambos cilindros queda un espacio de anillo de 1,5 m. que se mantendrá en depresión permanente respecto a la atmósfera, a fin de que, en su caso, sea el aire exterior el que entre, evitándose así fugas a la atmósfera.

Por encima del pozo seco están las piscinas de combustible superiores y la planta de operación para carga y descarga del reactor. Sobre esta planta queda la grúa polar del edificio, de 100 Tm. de capacidad.

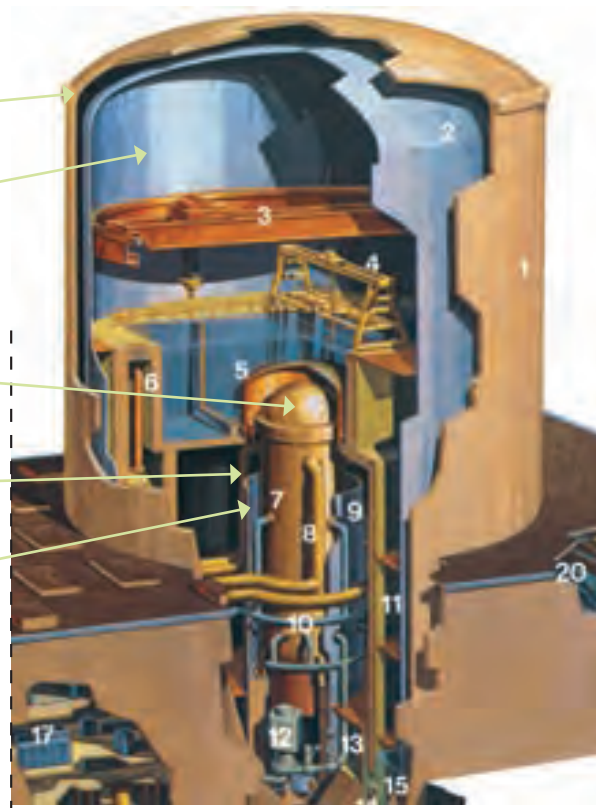
Blindaje de la contención  
(hormigón armado, 75 cm)

Contención metálica  
(acero, 3,8 cm)

Vasija del reactor  
(acero, 15 cm)

Pozo seco  
(hormigón armado, 152 cm)

Blindaje biológico  
(hormigón de alta densidad  
recubierto de acero, 62 cm)





### Edificio de Turbina y Generador

El mayor de la Central, con unas dimensiones de 100 x 39,5 m. en planta, alberga: la turbina y el generador alineados y con los ejes en el sentido N-S, el condensador principal, donde descargan los dos cuerpos de baja presión de la turbina, y los dos secadores/recalentadores de vapor, como componentes principales. Asimismo, contiene el equipo auxiliar de los citados componentes.

#### Características de la turbina

|                                      |                           |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Tipo                                 | Tandem Compound, 4 flujos |
| Máxima potencia                      | 1092,02 MWe               |
| Velocidad                            | 1.500 rev./min            |
| Presión del vapor en la admisión     | 67,55 kg/cm <sup>2</sup>  |
| Temperatura del vapor en la admisión | 282 °C                    |





## Edificio de Combustible

Contiene las instalaciones y equipos necesarios para recibir y almacenar el combustible nuevo hasta el momento de su carga en el reactor. Tiene asimismo dos grandes piscinas, recubiertas de acero inoxidable, para almacenamiento bajo agua del combustible irradiado y usado en el reactor, estando ambas separadas por una tercera piscina, mucho más pequeña, denominada piscina de transferencia, donde termina el tubo (de transferencia) que comunica este edificio con las piscinas situadas dentro de la contención por encima del nivel de la vasija del reactor. A través de este tubo se realiza el trasiego de elementos combustibles nuevos hacia el reactor y de los combustibles gastados que provienen de él.



*Almacenamiento combustible gastado*

### Edificio Auxiliar

Se encuentra entre los edificios del reactor y de turbina y está atravesado por el túnel de vapor, que forma parte de él. Este túnel es una estructura rectangular de hormigón armado, que penetra el edificio del reactor hasta el pozo seco (drywell) y que contiene las tuberías principales de vapor, las de agua de alimentación y otras líneas de proceso que unen el reactor y el área de turbina.



*Tuberías de vapor principal*

## Otros edificios

En torno al bloque de edificios principales aparecen adosados otros edificios menores que son, desde el NE:

### Control de acceso

Para el acceso del personal a la zona protegida se dispone de un edificio dotado con equipos de vigilancia y detectores para chequear y garantizar que la entrada de cualquier persona al recinto no supone riesgo físico para la instalación.

### Edificio de calderas auxiliares

Contiene dos pequeñas calderas de gas-oil que producen 227 Kg/min. de vapor saturado a 8 Kg/cm<sup>2</sup> cada una. El vapor se utiliza en el sellado de los cierres de turbina mientras no haya vapor nuclear; en la calefacción del pozo caliente del condensador, en determinados regímenes de carga; en pruebas de turbobombonas; calefacción, etc.

### Edificio de calentadores

Contiene los calentadores de alta y baja presión (excepto los del cuello del condensador y los enfriadores de drenajes que quedan en el edificio de turbina) y las turbobombonas de agua de alimentación (2 del 80% de capacidad unitaria 12.000 HP.)



Calentador 5B



### Edificio de tratamiento de residuos radiactivos

En él, los desechos líquidos y sólidos radiactivos, o potencialmente radiactivos, son recolectados y tratados a fin de que no se limite la disponibilidad de la Central y de que se minimicen las descargas al exterior.

Los desechos sólidos (filtros sucios, resinas agotadas, materiales o herramientas contaminadas, etc.) y líquidos activos concentrados son embidonados con cemento, con lo que desaparece la fase líquida, y se almacenan temporalmente dentro de la zona controlada para después ser enviados a un almacén temporal de residuos radiactivos sólidos.



*Edificio de tratamiento de desechos radiactivos*



*Nuevo acceso a zona controlada*

### Acceso a zona controlada

Desde 2007 la Central dispone de un nuevo edificio de acceso, dotado con los servicios propios de vestuario, con el fin de facilitar la entrada y salida del personal, conforme a lo establecido en la normativa de protección radiológica.

### Edificio de generadores diésel

Aloja tres generadores diésel en tres salas independientes. Cada unidad generadora dispone de un alternador (tensión de generación 6,3 kV) accionados por motores alineados en tándem.



*Grupos diésel*

### Edificio de servicios

Situado al O del edificio auxiliar y adyacente a él, alberga la sala de control de la Central con todos sus elementos y servicios auxiliares, la sala del computador del proceso, las zonas de distribución de cables, salas de baterías y el equipo de ventilación.



*Sala de control*



## Otras construcciones

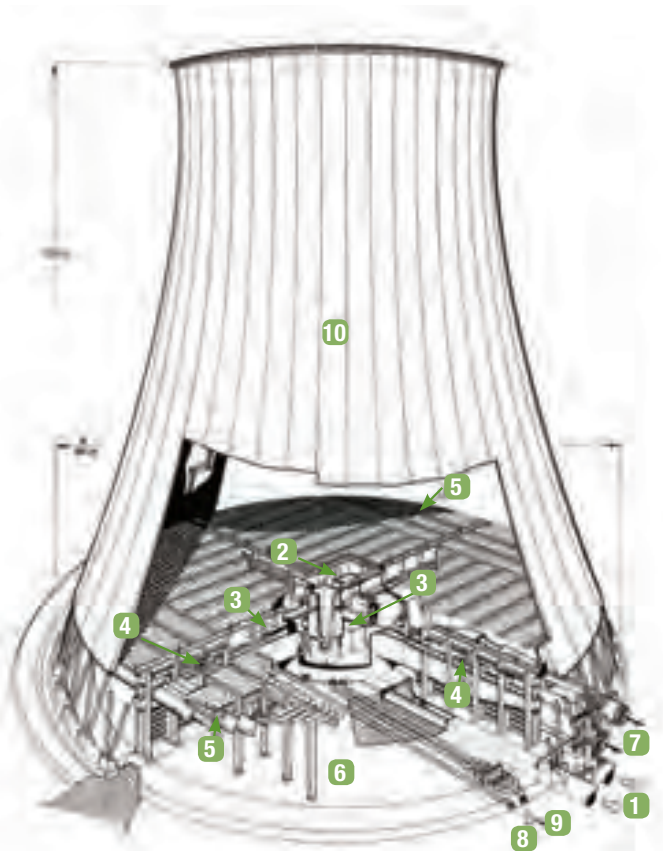
Al N de las zonas de edificios descritas anteriormente se encuentran prácticamente todas las instalaciones de refrigeración, tratamiento de agua y control de vertidos, incluyendo como principales componentes: las torres de refrigeración, canales y casa de bombas de circulación, edificio de tratamiento de agua, sumidero final de calor, depósitos varios, balsas de control de vertidos, etc.

## Torres de refrigeración

La Central Nuclear de Cofrentes se refrigera, en circuito cerrado, mediante dos torres de tiro natural, de 130 m. de altura y 90 m. de diámetro en la base. El agua procedente de la refrigeración de los condensadores de la turbina principal es enviada a las torres por tubería cerrada, donde se enfría al caer pulverizada en contracorriente con el aire ascendente. El agua sale del fondo o balsa de las torres por un canal descubierto hasta la casa de bombas de circulación, del tipo intemperie, donde 4 bombas, de hélice, de eje vertical y 2.800 HP de potencia unitaria, impulsan un caudal de refrigeración de 34 m<sup>3</sup>/s hasta los condensadores, cerrando el circuito.

### Refrigeración atmosférica mediante torres de tiro natural

1. Conductos de agua a refrigerar
2. Salida del agua caliente
3. Galerías de distribución del agua a refrigerar
4. Tubos de distribución del agua a refrigerar
5. Paneles separadores de gotas
6. Piscina de recogida del agua enfriada
7. Conductos de salida de agua endriada
8. Conductos de agua de aporte
9. Conductos de drenaje
10. Camino del tiro del aire ascendente



### Edificio de tratamiento de agua

Está situado entre las torres y el edificio de turbina, aunque separado e independiente de ellos. Contiene todo el equipo necesario para controlar la calidad y pureza del agua del circuito de refrigeración y para tratar el agua de aportación  $\text{m}^3/\text{s}$  necesaria para los diversos usos de la Central.



*Interior del edificio de tratamiento de agua*

### Estanque de agua de servicios esenciales

Situado al E de la zona de tratamiento, constituye una reserva de agua capaz de proporcionar refrigeración a los servicios esenciales de la Central, en condición de parada, durante 30 días, sin otras aportaciones del exterior. Se trata de un gran estanque de clase sísmica 1, con un volumen útil de  $82.500 \text{ m}^3$  de agua (superficie libre:  $13.579 \text{ m}^2$ , profundidad: 8,25 m.). Está dotado de aspersores para refrigeración en circuito cerrado y de su correspondiente casa de bombas.



*Estanque de agua de servicios esenciales*

### Balsas de vertidos

Al SO de las torres de refrigeración hay dos balsas (de  $130.000 \text{ m}^3$ ) y 3 depósitos reguladores (de  $5.500 \text{ m}^3$  de capacidad) destinadas a recoger los vertidos líquidos de la Central antes de su análisis y descarga controlada al río.



*Balsa de vertidos*

### Almacén temporal de bidones

Al E de la zona de edificios está el almacén temporal de bidones de desechos radiactivos sólidos de baja y media actividad, con capacidad estimada para 20 años de operación de la Central.



*Almacén temporal de bidones*

## Torre de Off-gas

Todos los efluentes gaseosos se conducen a este punto para su emisión al exterior tras las operaciones de control de la radiactividad, a través de una chimenea de 75 m. de altura, con el propósito de permitir una total vigilancia y control de las emisiones y de mejorar su dispersión atmosférica.

## Parque de intemperie

El parque de 400 kV está situado al O de la Central sobre una terraza explanada a la cota 347 m., es decir 25 m. más bajo que el resto de edificios. Es del tipo interruptor y medio, con 6 líneas de salida: Minglanilla, Ayora, La Eliana, La Muela I y La Muela II, con el aprovechamiento hidráulico CORTES - LA MUELA para el transporte de energía producida en la Central.

Implantado a la cota 372 de la Central, y cercano al edificio eléctrico y al O de él, se encuentra un pequeño parque de 138 kV. Allí se reciben dos líneas procedentes de cercanas centrales hidráulicas (Cofrentes, Cortes y Millares) que suministran energía a la Central en las operaciones de arranque y durante las paradas.

Fuera de las instalaciones descritas queda la conducción de agua de aportación a la Central, con su estructura de toma y casa de bombas, las cuales se encuentran situadas en las proximidades de la presa de Embarcaderos, aguas abajo de la unión del Júcar y el Cabriel.



Torre Off-gas

Parque intemperie





## 7 Gestión de los residuos

### En España la gestión final y almacenamiento de los residuos radiactivos está encomendada a ENRESA

Las centrales nucleares, como las restantes instalaciones industriales, producen residuos que son tratados de forma que no tengan incidencia sobre la población y no provoquen alteración alguna del Medio Ambiente.

#### Clasificación de los residuos

La clasificación de los residuos radiactivos, atendiendo a sus características, se divide en dos grupos:

- a) Residuos de media y baja actividad: *en ambos casos son gestionados de manera similar, quedando aislados mediante su inmovilización con cemento en contenedores de acero (bidones). Los residuos de media actividad están formados principalmente por resinas de intercambio iónico y concentrados de evaporadores, mientras que los residuos de baja actividad corresponden a prendas de protección (traje, guantes, etc.) y pequeñas herramientas utilizadas en el mantenimiento de las instalaciones.*
- b) Residuos de alta actividad: *son los elementos de combustible gastado extraídos del reactor durante las recargas, que se almacenan transitoriamente en las piscinas de combustible, dentro de las propias centrales.*

En España, la gestión de todo tipo de residuos está encomendada a la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, ENRESA, empresa pública constituida por Real Decreto cuya financiación y programas de actuación se aprueban en el Parlamento democráticamente elegido por los ciudadanos. Desde su creación, ENRESA ha elaborado seis planes de residuos, revisándose en ellos la mayor parte de las actuaciones y etapas técnicas que componen el proceso global de la gestión de los residuos, así como la evolución y tendencias de otros países del mundo.



Centro de Almacenamiento de El Cabril



Los residuos de baja y media actividad son almacenados temporalmente en las centrales hasta su definitivo traslado al Centro de Almacenamiento de El Cabril, en Hornachuelos (Córdoba). Esta instalación está diseñada para cubrir el total de las necesidades actuales de almacenamiento de este tipo de residuos, incluidos los procedentes del desmantelamiento de centrales nucleares.

### Tratamiento de los residuos de baja y media actividad

Los gases, los líquidos y los fangos radiactivos son también tratados para que los diferentes elementos radiactivos presentes en ellos queden separados y concentrados. Las herramientas, ropas y otros utensilios contaminados (todos ellos, residuos de baja actividad) se introducen igualmente en bidones de acero cerrados herméticamente.

Los residuos radiactivos obtenidos se solidifican dentro de bidones de acero, utilizando cemento, alquitrán o resinas. Posteriormente, son debidamente cerrados y sellados herméticamente. Al igual que el combustible gastado, estos bidones se almacenan temporalmente en edificios especialmente acondicionados dentro de la Central en espera de que su actividad disminuya.



*Manipulado de bidones*

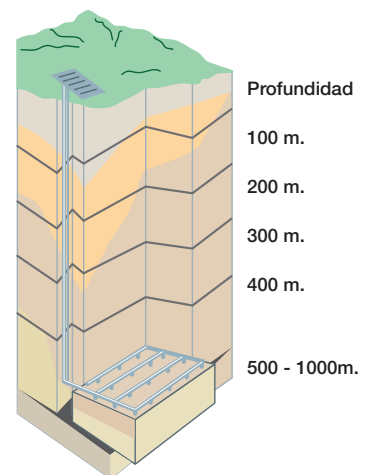
### Tratamiento de residuos de alta actividad

Cuando los elementos de combustible agotan su capacidad para producir energía en forma rentable, se extraen del reactor y se almacenan temporalmente (durante algunos años, como mínimo seis meses) en piscinas de agua, construidas en hormigón y con paredes de acero inoxidable y situadas en un edificio especialmente preparado para ello en la propia central.

Estas tres barreras (agua, hormigón y acero) permiten que el combustible gastado pierda gran parte de su actividad, sin riesgo alguno de escape.

Tras este almacenamiento temporal, el combustible gastado puede ser transportado a plantas de reelaboración que permiten recuperar la cantidad de combustible que todavía puede ser aprovechado, así como otros radiosótopos que se utilizan posteriormente en medicina, en agricultura, en industria, etc.

Dado que estos residuos son de alta actividad, las condiciones de seguridad en el transporte son siempre las máximas. Para su traslado se utilizan contenedores debidamente homologados, que previamente han sido sometidos a rigurosos controles y pruebas.



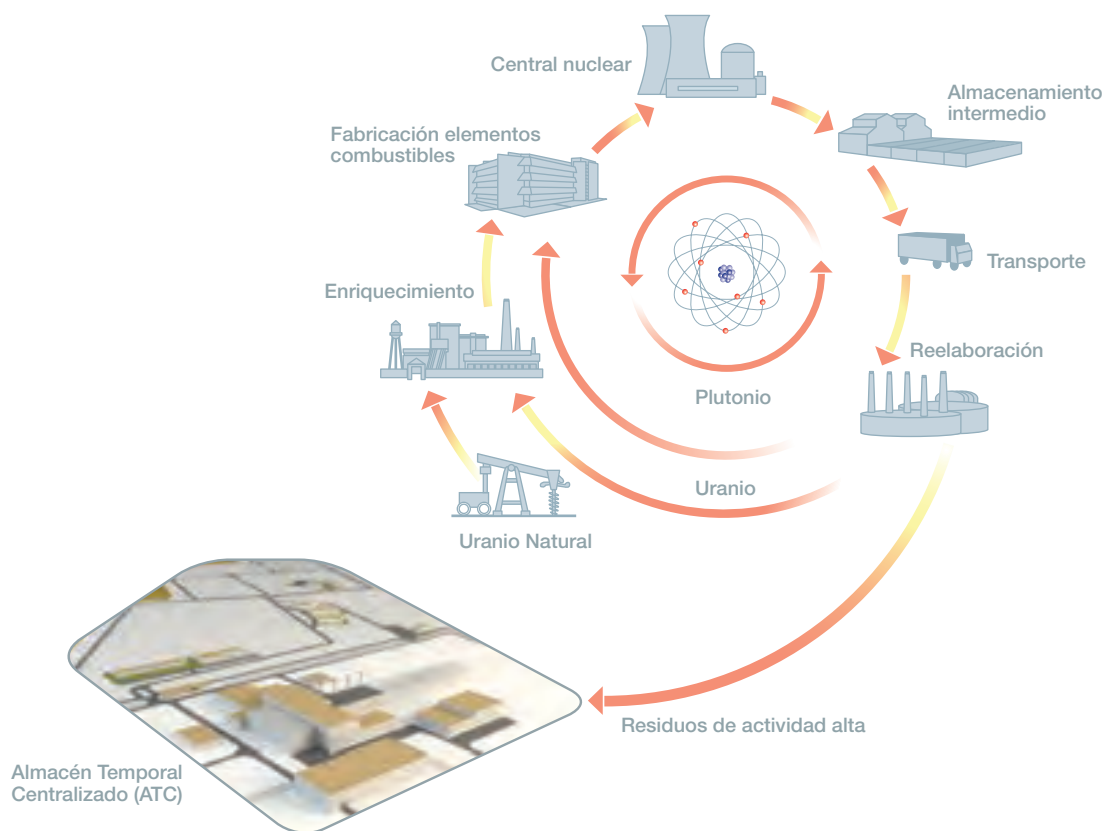
*Esquema de almacén definitivo de residuos en formaciones geológicas estables*

Entre los más importantes que deben superar, se encuentran los siguientes:

- caída libre desde nueve metros de altura sobre una superficie plana y dura,
- exposición al fuego a una temperatura de 800° C, durante 30 minutos, sin aplicar ningún sistema de refrigeración,
- inmersión del contenedor en agua a un metro de profundidad, durante un tiempo mínimo de 8 horas.

Por último, el almacenamiento definitivo de los residuos se lleva a cabo en formaciones geológicas estables, de tipo salino o cristalino, cuya estructura se ha comprobado inalterable e inalterada a lo largo de millones de años y que carecen de corrientes de agua que, hipotéticamente, pudieran trasladar estos residuos a la cadena trófica.

Actualmente en nuestro país se encuentra en construcción el almacén temporal centralizado (ATC) de residuos nucleares en la localidad de Villar de Cañas (Cuenca). Esta instalación almacenará con carácter temporal todo el combustible nuclear gastado del país en un único lugar.



Esquema del ciclo cerrado del combustible

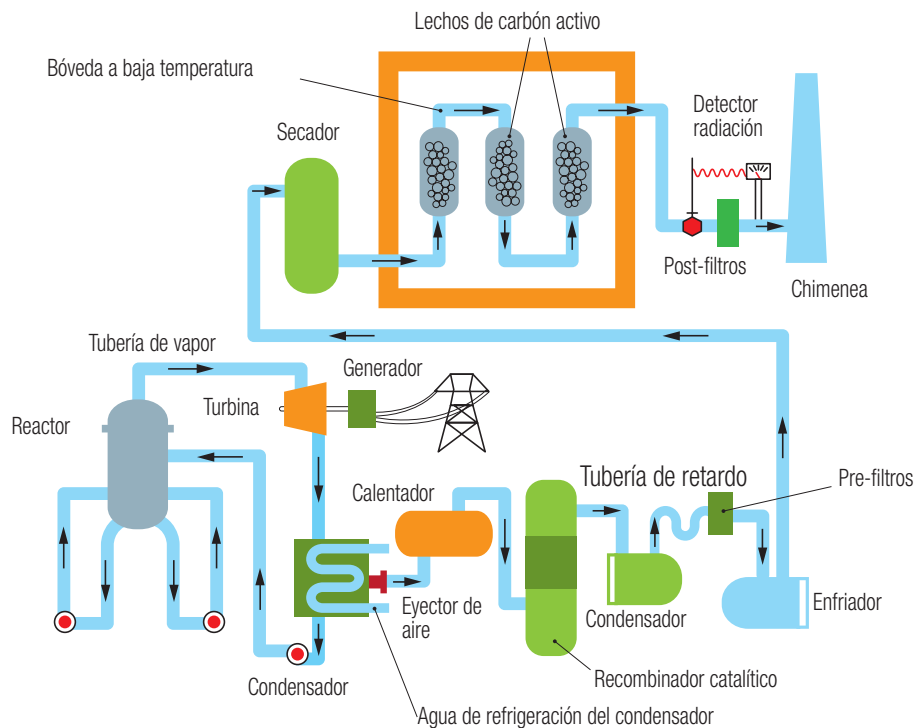
## 8 Protección radiológica

### La central dispone de una red de detectores de radiación en todas sus áreas

El circuito primario de una central nuclear es siempre activo por los siguientes motivos:

- Activación de átomos del refrigerante al pasar por el núcleo del reactor.
- Activación, en las mismas circunstancias, de los productos de corrosión arrastrados por el refrigerante.
- Fisión del uranio existente fuera de las varillas de combustible (pequeñas impurezas residuales del proceso de fabricación de elementos combustibles),
- Escape de productos de fisión de las varillas de combustible en el caso de fallo de las vainas de zircaloy.

El sistema de tratamiento de gases procesa y retiene los que aparecen libres en el condensador durante un tiempo suficiente para que su actividad decrezca a valores bajos.



*Sistema de tratamiento de gases*



Por otra parte el sistema de tratamiento de condensado (100% de capacidad) retiene en sus lechos de resinas la mayor parte de los iones activos. Pero, a pesar de todo ello, es inevitable que en operación normal haya pequeñas fugas, goteos, etc., que, unido a la presencia de numerosos equipos y tuberías de proceso que contienen líquidos activos, obligan a tener en la Central una red de detectores instalados en las diferentes áreas de la misma. Esto permite al personal conocer en todo momento los niveles de radiación y el riesgo de contaminación existente en los lugares de trabajo. Estas instalaciones fijas se complementan con una amplia gama de equipos portátiles con los que el personal de protección radiológica localiza y reduce al mínimo las áreas contaminadas y lleva el control de los niveles de radiación existentes en cada área. La medida de las dosis recibidas por las personas se realiza con dosímetro de lectura directa y dosímetros, más precisos, de termoluminiscencia.

La potencial contaminación exterior de las personas y materiales que salen de la zona controlada se detecta mediante unos pórticos con detectores fijos de pies y manos y cuerpo entero. El grado de contaminación interior en las personas se mide con un contador de cuerpo entero, situado en una sala especialmente acondicionada.

Durante la operación, las posibles pequeñas fugas del circuito primario están controladas y las descargas de la planta son prácticamente despreciables.

En cualquier caso, en operación normal, el escape y las descargas de sustancias radiactivas de una central nuclear son muy pequeñas y las dosis producidas en la población circundante son prácticamente insignificantes comparadas con las dosis recibidas del fondo radiactivo natural y de las prácticas médicas (rayos X, cobaltoterapia, aplicaciones de isótopos en medicina nuclear, etc.) en los países del mundo desarrollado.



*Lectores*



*Pórticos gamma con detectores*

## 9 Sistema de tratamiento de agua y gestión de líquidos de la Central

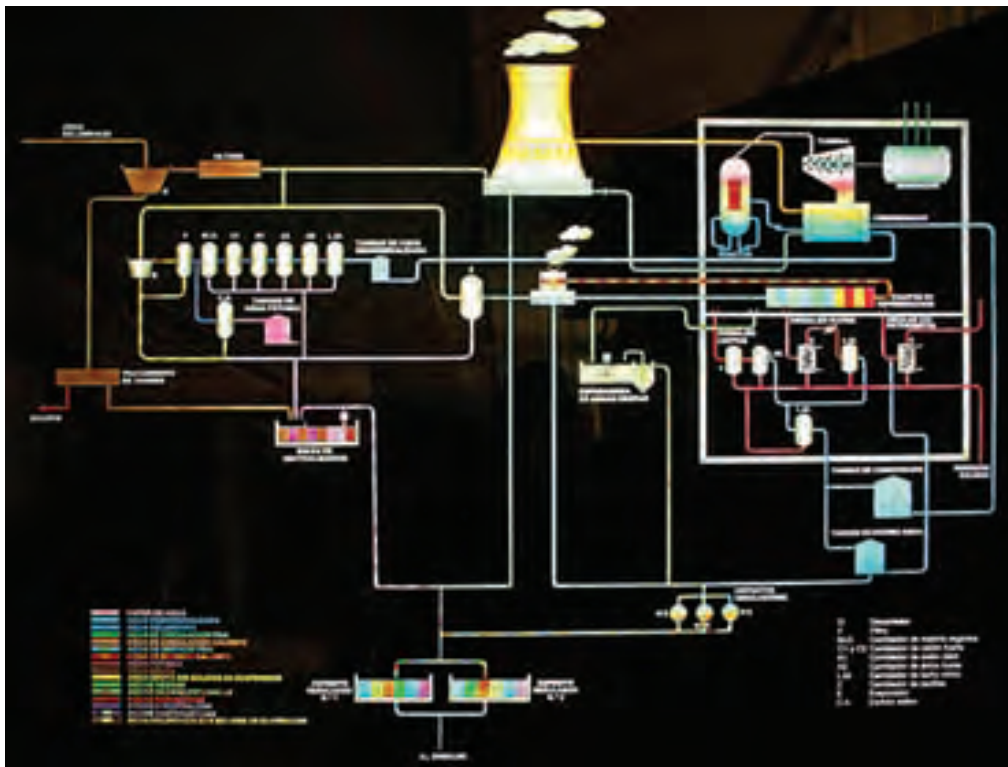
La central requiere para su funcionamiento de una serie de sistemas de agua de diversas características y con funciones distintas del proceso

### Sistemas de captación y su tratamiento

Todo el agua necesaria para la Central se toma a través de una estación de bombeo situada a unos cinco kilómetros al NO de los edificios principales. Dispone de tres bombas que elevan 1.100 l/s hasta la primera planta de tratamiento de agua, donde se procede a una decantación y filtrado, eliminando la materia en suspensión procedente del río.

### Sistema de tratamiento de agua del ciclo principal

Parte del agua filtrada en el sistema anterior es sometida a un tratamiento de filtrado en tres filtros de arena a presión del 100% y posteriormente una desmineralización en dos cadenas de resinas de intercambio iónico, donde se obtiene un agua aceptable para reposición al ciclo principal, con una capacidad de producción de 30 m<sup>3</sup>/hora cada una.



*Ciclo principal*

### **Sistema de agua de servicio de la Central**

Este sistema, que se utiliza para refrigerar la mayoría de los componentes que no son de seguridad de la Central, dispone de tres torres de tiro mecánico, reponiéndose las pérdidas con agua filtrada controlando la purga para mantener de dos a tres ciclos de concentración. Procedente de la 1ª etapa del sistema anterior (ablandada), sometida a una suavización adicional en cambiadores de zeolitas, con una capacidad de producción de 1.520 m³/día.

### **Sistema de agua de servicio esencial**

Este es el primer sistema de reserva, siempre disponible, que se utilizaría para refrigerar los sistemas de seguridad durante accidente o pérdida de los sistemas normales de extracción de calor del reactor. Dispone de un estanque de reserva de una capacidad útil de 79.800 m³, que enfría mediante aspersores conectados a las tuberías de retorno de agua caliente. La reposición de agua que se pierde por evaporación natural se hace con agua filtrada con aporte continuo y reboses para evitar que vaya aumentando la concentración de sales.

En el estanque se dispone de un tratamiento adicional por cloración para eliminar la materia orgánica.

### **Sistema de neutralización**

Todos los efluentes de los sistemas de tratamiento de agua se envían a una balsa de neutralización donde se normaliza el pH entre 5,5 y 9 antes de su descarga a las balsas de vertido.



*Torres tiro mecánico*

## Sistema de vertidos

Todos los vertidos de la Central se realizan de modo controlado, y para garantizarlo se dispone de un sistema de recogida para su verificación antes del vertido definitivo.

Los posibles efluentes se han clasificado en dos categorías:

- No radiactivos.
- Potencialmente radiactivos.

Los primeros, que suponen el mayor volumen, procedentes básicamente de la purga de las torres de tiro natural, se descargan alternativamente a dos balsas independientes de 130.000 m<sup>3</sup> cada una, donde se almacenan durante tres o cuatro días, mientras se realizan los análisis pertinentes antes de su vertido final.

Los potencialmente radiactivos se almacenan en tres depósitos de 5.500 m<sup>3</sup> cada uno, donde también son analizados, para verterlos a las balsas de vertidos no radiactivos.

El vertido final se lleva a cabo una vez que los organismos reguladores, Confederación Hidrográfica del Júcar y Consejo de Seguridad Nuclear autorizan la descarga al río, tras comprobar que se cumple el condicionado de vertidos establecido.



*Depósitos reguladores*



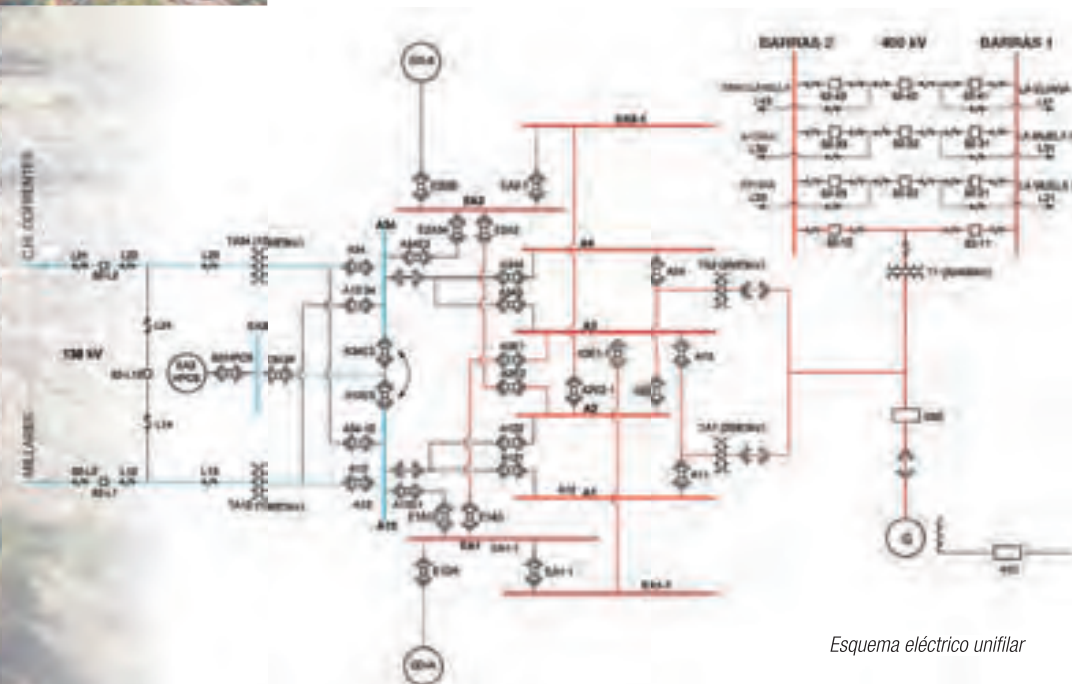


## Sistema eléctrico

El sistema eléctrico de la Central se divide en cinco áreas:

- Generación
- Distribución y transporte
- Servicios auxiliares
- Alimentación exterior
- Interruptor de generación

En el supuesto de que la Central perdiese su capacidad de autoabastecimiento eléctrico normal a través de las barras de 6,3 KV, e incluso la alimentación eléctrica de emergencia a través del parque de 138 KV, existe la posibilidad de alimentarla desde la red eléctrica exterior de 400 KV, gracias a la instalación en 1997 de un interruptor de generación, situado entre el generador y el transformador principal, que tiene la función de aislar la salida de 20 KV del Generador Principal del Transformador Principal (T1) y Auxiliares de Grupo (TA-1 y TA-2) en todos los casos de disparo del Turbogenerador, permitiendo la alimentación desde el exterior a través de la red eléctrica nacional. Con ello la Central dispone de una alimentación eléctrica externa adicional, a través de una red más segura y estable, que garantiza la disponibilidad y funcionamiento de todos los sistemas de la planta, en cualquier situación.



Esquema eléctrico unifilar

## 10 Instrumentación y control

En un reactor de agua en ebullición se llevan a cabo las siguientes funciones principales de control:

- Control de potencia de la unidad.
- Control de la seguridad de la planta.
- Vigilancia de los fluidos de proceso y emisiones al exterior.
- Vigilancia del funcionamiento y rendimiento de la Central.

Todas estas funciones se realizan automáticamente siguiendo las instrucciones o consignas preseleccionadas por los operadores desde la sala de control.

Existen otras funciones de control secundarias que afectan a equipos o sistemas auxiliares, a las cuales tiene acceso los operadores desde la sala de control o, al menos, dispone de la debida información para poder ordenar las acciones locales necesarias.

### Control de la seguridad nuclear

Existen varias funciones previstas para controlar la seguridad nuclear de la planta, que se activan ante condiciones anormales de la Central, tales como alta presión en el pozo seco, bajo nivel de agua en la vasija, alta presión en el reactor, alto flujo neutrónico, alto nivel en la cámara de scram, cierre rápido de válvulas de turbina, aislamiento de las líneas de vapor principal, alta radiación en túnel de vapor, fugas excesivas y baja presión entrada turbina.

Las tres funciones principales son:

- 1) *Parada automática del reactor*
- 2) *Aislamiento del sistema nuclear*
- 3) *Actuación de los sistemas de emergencia*



Sala de control

## **Sistema informático de vigilancia del funcionamiento y rendimiento de la Central**

Como complemento y apoyo de los sistemas de control se dispone de tres sistemas informativos que facilitan datos adicionales al personal de Operación e Ingeniería Nuclear de la planta, en condiciones normales y de emergencia. SIEC - Sistema Integrado de Computador de Proceso, cálculos nucleares y de supervisión y respuesta a situaciones de emergencia.

### ***Computador de proceso***

Su misión principal es realizar los cálculos del núcleo del reactor suministrando, como resultados, datos característicos del reactor tales como límites técnicos, potencia y su distribución en el núcleo, densidad de potencia, composición isotópica del núcleo, sensibilidad de monitores de rango y diversos factores de corrección.

### ***Sistema de Información de Emergencia y Apoyo a la Operación (ERIS)***

Para cumplir con los requisitos de licencia derivados del accidente de TMI (Harrisburg, EEUU, 1979), se instaló un potente sistema de ayuda a la información que procesa un total aproximado de 1.900 señales y cuyos resultados funcionales son:

- Grupo de funciones de información en emergencias (SPDS, Sistema de Visualización de Parámetros Críticos de la Planta)
- Grupo de funciones de apoyo a la operación.

### ***Ordenador de Cálculos Nucleares (OCN)***

El OCN está diseñado para supervisar el funcionamiento del núcleo del reactor de la planta, así como para proporcionar información para evaluar el comportamiento pasado, actual y futuro, del combustible nuclear, valiéndose para ello del software denominado 3D-MONICORE.



# 11 Seguridad

## Minimizar la probabilidad de que se produzca un accidente y minimizar las consecuencias del mismo, si es que llegara a ocurrir

La seguridad, tal como se entiende y aplica actualmente a los reactores nucleares (el concepto de seguridad a ultranza o “defense in depth”), tiene dos objetivos claros:

- 1- Minimizar la probabilidad de que se produzca un accidente.
- 2- Minimizar las consecuencias del mismo, si es que llegara a ocurrir.

Esa doble intención se plasma en tres modos de actuación que condicionan el diseño, construcción y operación de las modernas centrales nucleares:

- incorporación de una seguridad inherente en la planificación y el diseño,
- observancia de un control de calidad exigente,
- incorporación de sistemas de protección y seguridad en la Central.

Es interesante destacar aquí que la liberación de productos radiactivos desde el núcleo al exterior de la Central se encuentra impedido fundamentalmente por barreras sucesivas constituidas por la vaina que rodea las pastillas de combustible, la vasija, el pozo seco, la contención metálica y el edificio de contención.

Además, la Central dispone de sistemas muy perfeccionados de protección contra incendios y de control de acceso y de seguridad.

Tras el accidente sufrido por la central japonesa de Fukushima a raíz del tsunami ocurrido en marzo de 2011, se han realizado pruebas de resistencia a todas las centrales nucleares españolas que han establecido nuevos protocolos y mejoras de las instalaciones, aportándoles mayor robustez:

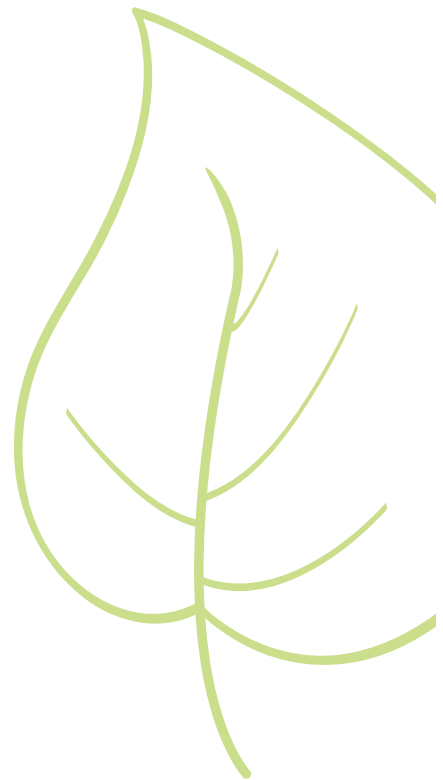


- Inundabilidad de las centrales
- Vulnerabilidad de las mismas
- Pérdida total de corriente alterna
- Conexiones con otras redes eléctricas
- Equipos portátiles de generación eléctrica en planta
- Refrigeración de las piscinas
- Control del hidrógeno y la presión del edificio de contención





# El Medio Ambiente y la Central Nuclear de Cofrentes





# 1 La Central y su entorno

**El entorno inmediato en el que se ubica la central corresponde al denominado Valle de Ayora-Cofrentes, al suroeste de la provincia de Valencia**

El Valle de Ayora-Cofrentes está formado por una depresión creada en los macizos calcáreos de la zona: sierras del Boquerón, Sierrecilla y Palomera, al O del Valle, y La Muela de Cortes de Pallás y el macizo de Caroch, al E.

La zona próxima al emplazamiento es bastante agreste y, por tanto, con una utilización agrícola reducida. Excepto las áreas de huerta que acompañan a los ríos Júcar, Cabriel y Jarafuel, todo es zona de secano, en la que proliferan el olivo y el almendro en consonancia con su clima continental mediterráneo. Según se avanza hacia el este y se gana en altura, aparecen los pinos, fundamentalmente en las especies de rodeno y carrasco, que se extienden ampliamente por la Muela de Cortes.

La cabaña existente está formada principalmente por ganado ovino y caprino, a los que habría que añadir algunas cabezas de ganado porcino y bovino, estabulado en su mayoría. Además, existen en la zona especies salvajes autóctonas, como el jabalí y la cabra montesa, establecidas en las elevaciones próximas al Valle, especialmente en la Reserva Nacional de la Muela de Cortes.



En un radio de 20 km, la población oscila en torno a 10.000 personas, que residen en las diversas poblaciones del Valle. La densidad de población por km<sup>2</sup> es muy baja, tanto si se compara con la media de la provincia de Valencia, como con la del resto de España. Las previsiones para el futuro apuntan hacia una estabilización de la población, por lo que, desde el punto de vista demográfico, la situación en el entorno de la Central no experimentará cambios importantes durante la vida de la misma.

*Datos con censo de población del año 2014*

| Municipio | Habitantes | Km <sup>2</sup> |
|-----------|------------|-----------------|
| Ayora     | 5.359      | 441,42          |
| Cofrentes | 1.097      | 102,00          |
| Jalance   | 927        | 93,30           |
| Jarafuel  | 805        | 107,50          |
| Teresa C. | 620        | 113,90          |
| Zarra     | 484        | 49,20           |
| Totales   | 9.292      | 907,32          |

## Valle de Ayora-Cofrentes

- Superficie total ..... 90.469 Ha.
- Superficie productiva ..... 84.252 Ha.
  - Cultivable ..... 24%
  - Bosque y pastos ..... 76%
- Superficie improductiva ..... 6.217 Ha.



La carretera N-330, que va desde Requena a Almansa, es el eje de comunicación sobre el que se asientan la mayoría de los núcleos urbanos. La elección del emplazamiento de la central se efectuó siguiendo un proceso de selección basado en criterios coincidentes con los aplicables en la selección de emplazamientos de otras instalaciones productoras de energía, tales como la existencia de un medio refrigerante, la idoneidad de los terrenos, la proximidad a zonas de consumo, etc. a los que hay que añadir otros criterios específicos exigidos por la reglamentación nuclear.

El estudio de dichos requisitos permitió la evaluación técnica de la idoneidad del emplazamiento elegido y la inclusión en el proyecto de las medidas adecuadas para que la operación de la Central tuviera el menor impacto posible. Así, los aspectos de agricultura, ganadería, hábitos de población, sismología, vientos, lluvias, demografía, especies animales, temperaturas del aire y de las aguas del río a lo largo del año, vías de comunicación, humedad ambiente etc. fueron objeto de investigación y estudio, presentándose ante los organismos competentes las justificaciones o análisis que demostraban la integración del conjunto central/entorno, en relación con la conservación y mantenimiento del ecosistema de la zona de influencia de la Central.



## 2 Sistema de Gestión Ambiental: SGA

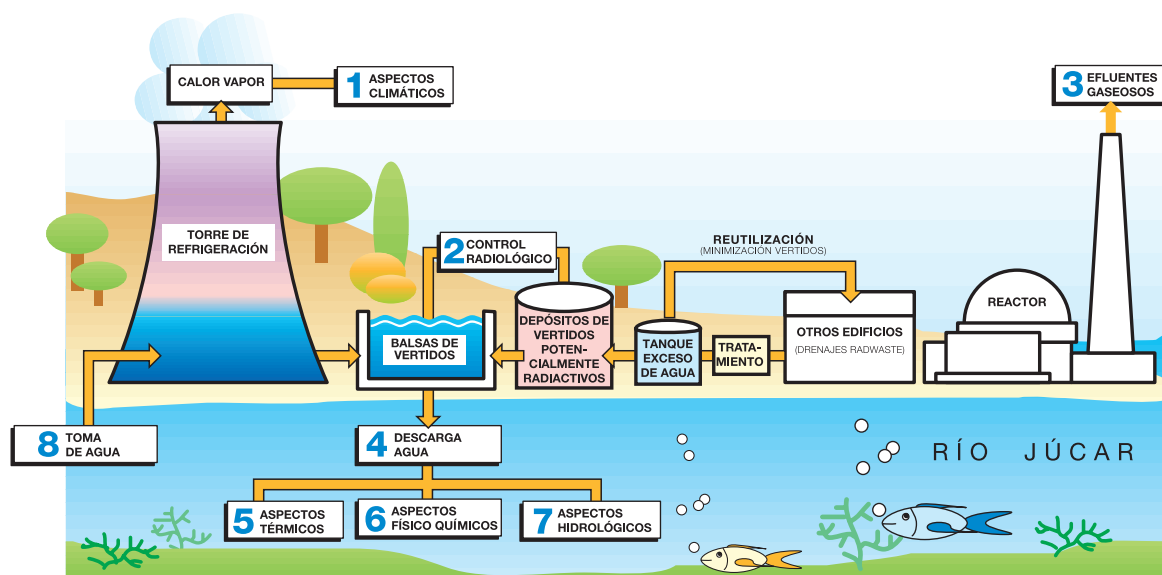
### Protección al medio ambiente

En la ilustración se ha esquematizado el modelo teórico de la incidencia global que una central nuclear puede tener sobre el Medio Ambiente. Los numerosos estudios realizados en varios países y la continua observación de la explotación en las centrales existentes han permitido adquirir la experiencia suficiente para analizar con seguridad los diferentes aspectos de las posibles incidencias de una central nuclear sobre el Medio Ambiente y examinar, en cada caso, los puntos más sensibles del esquema señalado.

Partiendo de este modelo, se indican los distintos efectos en el caso concreto de la Central Nuclear de Cofrentes.

› gráfico 1

Esquema de incidencia global



1 - Evaporación máxima 0,75 m<sup>3</sup>/s. Incremento 1% humedad relativa. Calentamiento atmosférico menor de 0,1°C.

2 - Analítica para determinación de potabilidad radiológica.

3 - Medida continua de las descargas gaseosas para garantizar la no superación de los límites autorizados.

4 - Control radioquímico con certificación de potabilidad antes de la descarga al río.

5 - Impacto térmico en el río inapreciable utilizando torres de refrigeración: 0,04°C.

6 - Análisis químicos aguas arriba y aguas abajo de la Central contrastando que el incremento de sales sea menor del 10% aguas arriba.

7 - Dos muestreos por estación climática (8) en sedimentos y agua. El valor comparativo con otros ríos es medio.

8 - Autorización de la Confederación Hidrográfica del Júcar 20 Hm<sup>3</sup>/año. Consumo medio anual 19 Hm<sup>3</sup>/año.

La C.N. de Cofrentes ha implantado un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) asegurando así la protección al Medio Ambiente como consecuencia de las actividades realizadas para la producción de energía eléctrica.

El SGA, implantado conforme a la norma UNE 77-801-94/EN-ISO 14001: "Sistemas de Gestión Medioambiental" y certificado por AENOR desde el 11 de diciembre de 1996, implica un total cumplimiento de la legislación, el registro de todos los aspectos relacionados con el Medio Ambiente y una mejora continua en la calidad medioambiental.

El SGA es la parte del sistema general de gestión que define la política medioambiental y que incluye la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para llevar a cabo dicha política, dentro del objetivo general de CALIDAD TOTAL, que involucra a todo el personal de C.N. Cofrentes. La Central ha creado un Comité de Medio Ambiente, presidido por el Director de la Central y del que forman parte todos los Jefes de las secciones con implicaciones medioambientales.

La Central Nuclear de Cofrentes analiza sus actividades de tal modo que se identifiquen, prevengan y reduzcan todos los aspectos medioambientales al mínimo posible. En este sentido, se compromete a:

- Continuar cumpliendo con la legislación aplicable en materia de protección medioambiental y, en los casos en que sea posible, ser más rigurosos en la definición de los criterios de aceptación.
- Proteger el Medio Ambiente natural en el entorno de la Central Nuclear de Cofrentes.
- Reducir los aspectos medioambientales de las actividades al mínimo posible implantando una mejora continua de la gestión medioambiental en todos los ámbitos de la Central.
- Prevenir la contaminación del emplazamiento y del entorno adoptando las salvaguardias técnico-administrativas adecuadas.
- Estimular una conciencia medioambiental y fomentar los conocimientos en este área a todo el personal de la Central Nuclear de Cofrentes.
- Establecer y mantener procesos de comunicación con las partes interesadas en asuntos relativos a la gestión medioambiental, especialmente con la comunidad local.
- Mantener a disposición pública el Informe Anual Medioambiental incluyendo los objetivos medioambientales adoptados.
- Definir y controlar los objetivos y el programa de gestión medioambiental.



En definitiva, la Central Nuclear de Cofrentes se compromete a generar energía eléctrica de manera respetuosa con el Medio Ambiente y hacer un uso racional de los recursos naturales con el fin de contribuir a un desarrollo sostenible. El desarrollo e integración de la gestión medioambiental en la Central se apoya en el establecimiento de un Sistema cuyos principios son:

- Valorar los aspectos medioambientales y reducirlos al mínimo posible.
- Utilizar las materias primas y la energía de forma racional.
- Integrar la cultura de protección y respeto al Medio Ambiente en todas las actividades de diseño, operación y mantenimiento.
- Gestionar todos los residuos siguiendo los criterios de minimización en origen, reutilización, reciclaje y, cuando éste no sea posible, eliminación de los mismos seleccionando la alternativa que cause el menor impacto ambiental.
- Considerar la componente medioambiental en la adquisición de materiales y en la contratación de servicios.
- Garantizar el compromiso y la responsabilidad a las partes interesadas mediante el cumplimiento de la norma UNE-EN-ISO 14001: "SISTEMAS DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL".
- Formar e informar al personal de la Central, aprovechando las experiencias externas e internas y estimulando las actitudes para crear un clima favorable a los temas medioambientales.





### 3 La Central y el agua

La incidencia de la Central Nuclear de Cofrentes sobre el medio acuático se manifiesta fundamentalmente a través de efectos térmicos biológicos, hidrológicos...

Todas las centrales eléctricas que emplean turbinas de vapor, tanto las que utilizan combustibles fósiles (gas natural, carbón, fuel-oil) como las nucleares, necesitan de una fuente de agua como refrigerante para producir la condensación del vapor que, al expansionarse en la turbina, mueve el generador y produce energía eléctrica (gráfico 2).

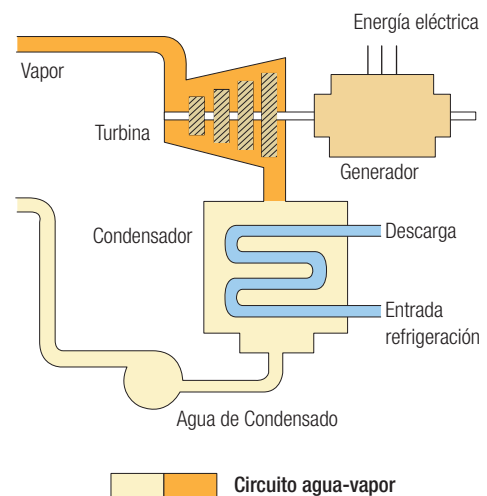
Los sistemas de refrigeración más comúnmente utilizados son los que se muestran en el gráfico 3: refrigeración en circuito abierto o en circuito cerrado con torres de refrigeración. En el primer caso, el agua se devuelve completamente a la fuente donde se ha tomado pero algo más caliente; por el contrario si la refrigeración se realiza en circuito cerrado, este incremento de temperatura prácticamente no existe.

En el caso concreto de la Central Nuclear de Cofrentes se utiliza el sistema de refrigeración en circuito cerrado.

El caudal medio del río Júcar en la zona donde está situada la central es de  $45 \text{ m}^3/\text{s}$ , habiendo sido concedido para el uso de la misma un caudal de  $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ , con una limitación anual de volumen máximo total de captación de  $34,7 \text{ Hm}^3/\text{año}$ . De este caudal, una parte  $0,75 \text{ m}^3/\text{s}$ , se evapora en las torres de tiro natural y el resto,  $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ , retorna nuevamente al río a través de un único punto de vertido controlado y tras una serie de

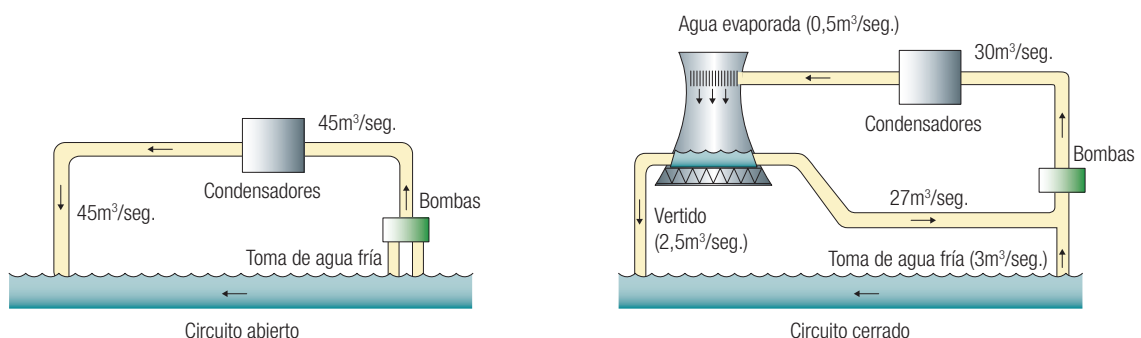
› gráfico 2

Esquema simplificado de la refrigeración de una central eléctrica convencional o nuclear



› gráfico 3

Esquemas de circuito de refrigeración abierto y cerrado



análisis químicos y radioquímicos previos en los que se determina la potabilidad radiológica acorde con los requisitos exigidos por la Confederación Hidrográfica del Júcar, especificados en el “Reglamento de Vertidos de C.N. Cofrentes”, validado por el Consejo de Seguridad Nuclear.

La incidencia de la central nuclear de Cofrentes sobre el medio acuático se manifiesta como se esquematiza en el anteriormente citado *gráfico 1 (página 54)*, a través de efectos térmicos biológicos, hidrológicos, etc., cuyo origen e importancia se analizan a continuación. A partir de los valores citados anteriormente, la concentración de sales que puede producir la Central se evalúa sencillamente analizando la diferencia entre la cantidad de sales disueltas en el agua del Júcar que se extrae en el proceso de refrigeración descrito, y en la que, posteriormente, se devuelve al río. De esta forma, la evaporación de agua apenas eleva la concentración salina del agua del río en un 1,4%, cantidad totalmente inapreciable que escapa a los métodos ordinarios de análisis.

Además de estas consideraciones, se controlan y supervisan las características de los vertidos antes de proceder a su liberación al río, con el fin de mantener la calidad del agua dentro de los límites fijados por la Autorización Administrativa correspondiente. Este proceso se ve facilitado por el hecho de disponer de dos balsas de vertidos y un único punto de emisión cada cuatro días de operación de la Central.

Por otra parte, el agua que se utiliza tiene que poseer unas características físico-químicas adecuadas para el buen funcionamiento de los equipos de la Central, por lo que la extraída del río necesita ser tratada. A este efecto, se han venido analizando muestras del agua del río desde el año 1976, lo que permite establecer y controlar fielmente la incidencia química de la Central en el Júcar. Estas comparaciones de los análisis de agua los realiza mensualmente la Confederación Hidrográfica del Júcar. Para ello, toma muestras aguas arriba y aguas abajo de la Central, siendo la condición del vertido la potabilidad en el análisis radioquímico y un incremento de sales inferior al 10%.

#### CONTROL QUÍMICO Y RADIOQUÍMICO DEL JÚCAR-CABRIEL

- Cada 15 días analítica en los ríos Júcar y Cabriel aguas arriba y abajo de la Central contrastando.
  - Análisis químico:  $\Delta$  sales < 10% aguas arriba
  - Análisis radioquímico: potabilidad

#### VERTIDOS LÍQUIDOS

- Análisis radioquímicos. Certificado de potabilidad radiológica.
- Análisis químico.



Buscando desde el principio la mínima alteración del cauce del río Júcar y del embalse, se proyectó la estructura de toma de agua aprovechando la existencia de una central hidráulica y se eligió la descarga de tipo superficial para los efluentes líquidos. De esta manera, puede decirse que las obras de la Central no han afectado en absoluto al cauce del río. Por otra parte, todo el bloque de edificios de la Central está impermeabilizado por lo que no pueden producirse filtraciones desde el interior de los mismos. De estas consideraciones se deduce que son mínimos los efectos de carácter hidrológico.



El tipo de refrigeración utilizado aísla sensiblemente la Central del medio, por lo que los efectos térmicos y biológicos de ella sobre el río son prácticamente inapreciables (gráfico 4 y cuadro 1).

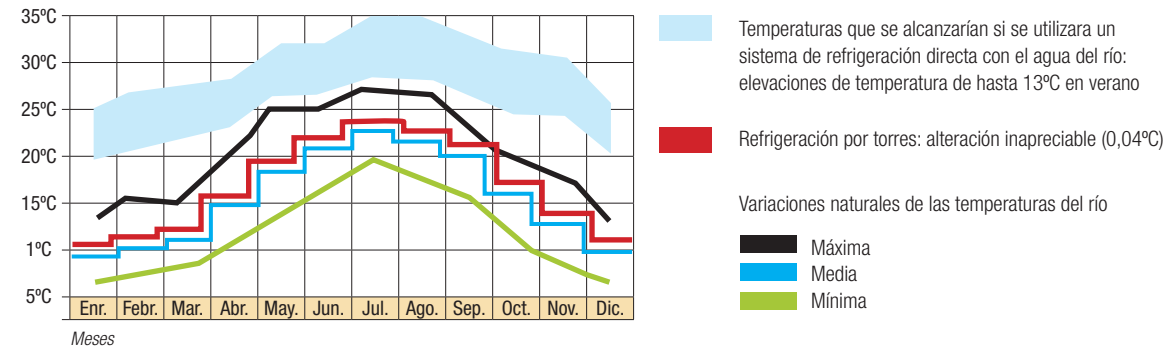
En lo referente a la contaminación radiactiva por los vertidos líquidos, el modelo analítico que se utiliza para calcular la dosis a personas, por todos los posibles caminos de los materiales radiactivos vertidos a las aguas superficiales, se basa en el esquema del gráfico 5. La dosis a personas viene limitada por la Autorización Administrativa correspondiente.

› cuadro 1

|                                                                |                        |
|----------------------------------------------------------------|------------------------|
| · Capacidad de almacenamiento total en balsas de vertido ..... | 259,512 m <sup>3</sup> |
| · Caudal medio del río Júcar (Q) .....                         | 45 m <sup>3</sup> /s   |
| · Concesión de agua para la Central (2,44% Q) .....            | 1,1 m <sup>3</sup> /s  |
| · Caudal devuelto al río (0,78% Q) .....                       | 0,35 m <sup>3</sup> /s |
| · Caudal máximo consumido (1,66% Q) .....                      | 0,75 m <sup>3</sup> /s |
| · Limitación anual de captación .....                          | 34,7 Hm <sup>3</sup>   |
| · Incremento medio temperatura agua río Júcar .....            | 0,04 °C                |
| · Variación natural de temperaturas extremas río Júcar .....   | 20 °C                  |

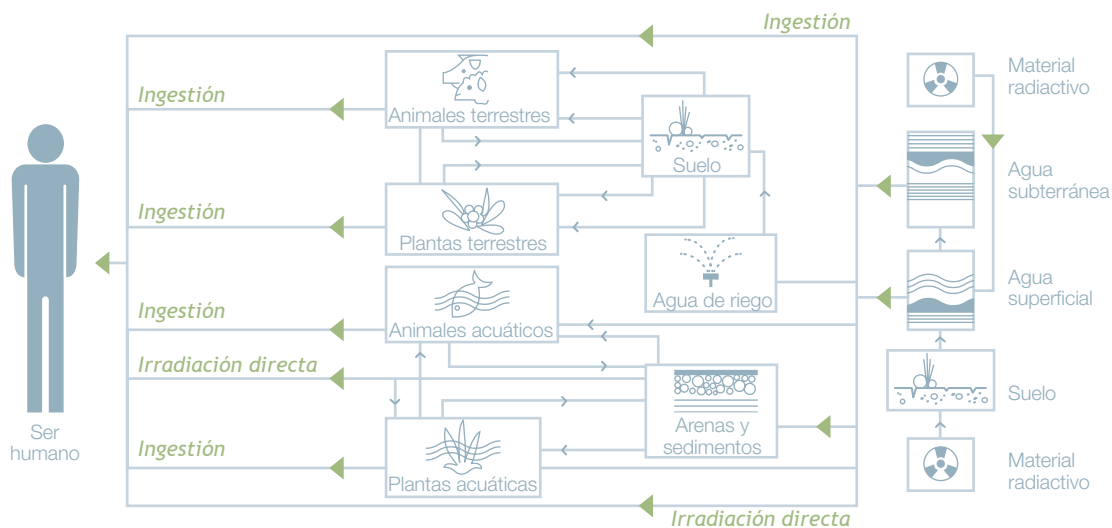
› gráfico 4

Comparación de incrementos de temperatura producidos en el río con y sin instalación de torres de refrigeración



» gráfico 5

Camino de los materiales radiactivos vertidos a las aguas superficiales



La íntima y constante unión del río con los terrenos por los que circula queda reflejada en una cierta correlación que puede establecerse entre la química del río y la geología (gráfico 6).

» gráfico 6



Geología y química del río Júcar

características

- TRIÁSICO - Arcillas yesíferas, yesos y dolomías
- CRETÁCICO - Calizas y margas
- TERCIARIO - Arcillas, margas y calizas

Características del agua

|               |                            | El Molinar | Jarafuel | Cabriel  | Embarcaderos |
|---------------|----------------------------|------------|----------|----------|--------------|
| CONDUCTIVIDAD | (!-! mhos / cm)            | 770,00     | 1.120,00 | 1.100,00 | 900,00       |
| PH            |                            | 7,70       | 7,86     | 7,99     | 7,99         |
| CALCIO        | (mg / l Ca++)              | 117,90     | 196,50   | 149,40   | 135,60       |
| MAGNESIO      | (mg / l Mg++)              | 37,00      | 51,30    | 44,10    | 41,1         |
| CLORUROS      | (mg / l Cl -)              | 46,60      | 86,10    | 146,70   | 101,90       |
| SULFATOS      | (mg / l SO <sub>4</sub> =) | 190,00     | 360,00   | 263,00   | 220,00       |
| NITRATOS      | (mg / NO <sub>3</sub> -)   | 8,90       | 7,30     | 5,30     | 8,00         |



## 4 La Central y el aire

**Los posibles efectos que la central puede producir sobre la atmósfera se deben a la emisión de vapor de agua por las torres de refrigeración y a la emisión de efluentes radiactivos gaseosos producidos durante la operación**

El primero de ellos, podría tener, teóricamente, alguna incidencia sobre el microclima de la zona en la que está situada la Central, debido al contenido y temperatura del vapor de agua eliminado por las torres. Este fenómeno es actualmente conocido por la experiencia adquirida durante más de 30 años de funcionamiento de la Central Nuclear de Cofrentes.

Para considerar el efecto de la Central en el microclima local, se desarrollan modelos matemáticos que estudian el proceso que tiene lugar en las torres.



Central Nuclear de Cofrentes

A partir de estos datos se han realizado estudios sobre la incidencia de la emisión según la situación operacional de la Central y las condiciones meteorológicas existentes. Dichos estudios concluyen en la predicción de efectos poco importantes sobre la climatología local, con un bajo incremento medio de formación de nieblas y nubes en la zona próxima a la Central, siendo la pérdida de insolación, en consecuencia, muy reducida.

Así como la incidencia de las torres es independiente del carácter nuclear de la Central, el segundo de los efectos posibles está motivado por este hecho y se debe a la emisión a la atmósfera de efluentes radiactivos gaseosos, como isótopos del yodo y gases nobles, que se producen en el funcionamiento de la instalación.

Con el mismo criterio seguido para los vertidos líquidos, todos los efluentes gaseosos se conducen a un único punto para su emisión al exterior tras las operaciones de control de la radiactividad, a través de una chimenea de 75 m. de altura sobre el terreno. Todo ello con el propósito de permitir una total vigilancia y control de las emisiones gaseosas y de mejorar su dispersión atmosférica.

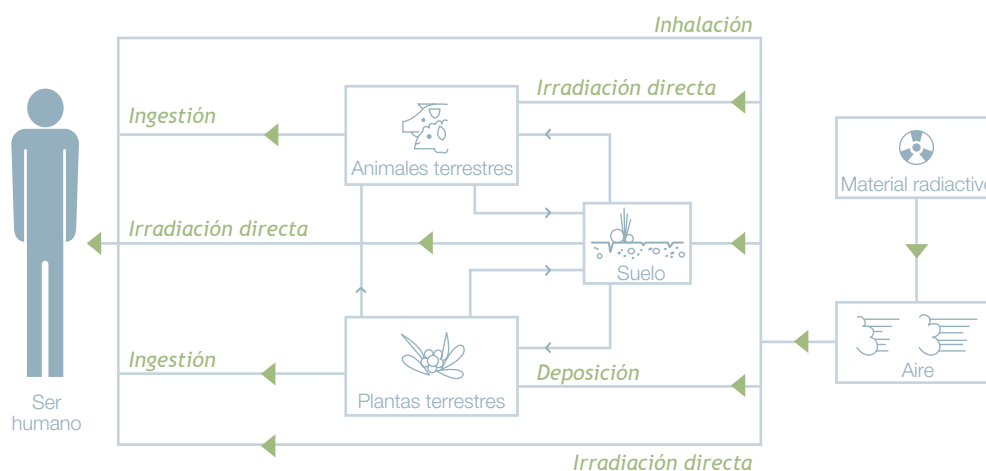
La actividad total anual de los efluentes radiactivos en forma gaseosa, por encima del fondo radiactivo natural, está limitada por la correspondiente Autorización Administrativa.

Estos límites de dosis suponen una contribución adicional no significativa frente a la dosis media anual debida a la radiactividad natural.

En el gráfico 7 se muestra el modelo esquemático de los posibles caminos de los materiales radiactivos vertidos a la atmósfera y su llegada hasta el ser humano.

» gráfico 7

#### Caminos de los materiales radiactivos vertidos a la atmósfera



#### IMPACTO HIDROBIÓLOGICO

- 8 campañas anuales de toma de muestras.
- 2 muestreos por estación climática en sedimentos y aguas.
- Calidad biológica del agua del río (índice biológico):
  - Concentración iones en agua y presencia de especies como algas, protozoos, larvas, etc.
  - En valor, comparativamente con otros ríos, es medio.
  - Muy influenciado por riadas, aperturas de presa o sequías.
  - Sin impacto alguno atribuible a la Central.

Evaporación máxima de agua de refrigeración ..... 0,75 m³  
 Incremento promedio de la humedad relativa ..... 1%  
 Calentamiento de la atmósfera ..... Menor de 0,1°C  
 Disminución de insolación por el penacho ..... Menor de 15 min/día  
 Incremento de la precipitación ..... Entre un 10 y un 13%

## 5 Medios y métodos de vigilancia radiológica

**Los efectos que las radiaciones producen en los seres vivos se evalúan a partir de la dosis (cantidad recibida), de la naturaleza de la radiación y de la parte del cuerpo afectada**

Para evaluar la dosis producida por las emisiones de la Central se tienen en cuenta las radiaciones emitidas por todos los materiales radiactivos contenidos en los efluentes líquidos y gaseosos, combinando todos los caminos posibles que conducen desde la Central hasta las personas que viven en el entorno de la misma (gráficos 5 y 7 anteriormente citados).

Esta evaluación se hace teniendo en cuenta dos puntos de vista radicalmente distintos. En un primer caso se evalúa, siguiendo unos criterios absolutamente conservadores, la dosis que recibiría una hipotética persona, denominada “individuo más expuesto”. El otro punto de vista, consiste en evaluar la dosis al conjunto de la población influida en mayor o menor grado por la central, teniendo en cuenta valores estadísticos y realistas de los hábitos y distribución de dicha población.

La evaluación de la dosis a la población por todos los caminos de exposición considerados, se lleva a cabo periódicamente durante la explotación de la Central para verificar el cumplimiento de los valores de dosis fijados, con el objeto de cumplir el criterio de que las dosis sean lo más bajas que razonablemente se puedan alcanzar.

Al efectuar la evaluación de dosis a la población han de tenerse en cuenta los materiales radiactivos emitidos desde la Central en los efluentes líquidos y gaseosos, la ubicación y número de personas en la zona potencialmente afectada, la distribución de esta población en grupos de edad (lactantes, niños, adolescentes y adultos), hábitos alimenticios, factores de transferencia y meteorología.

Para ello, se han llevado a cabo estudios detallados sobre demografía, producción agrícola y ganadera de la zona, costumbres alimenticias de los distintos grupos de población, así como un amplio programa meteorológico para determinar la frecuencia dirección y velocidad de los vientos, temperaturas, pluviometría e insolación.

### Hábitos dietéticos de la población

Consumo\* del Valle de Ayora-Cofrentes

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| Leche .....     | 137 l.    |
| Queso .....     | 4,6 kg.   |
| Carne .....     | 70,3 kg.  |
| Huevos .....    | 23,2 doc. |
| Vegetales ..... | 297,5 kg. |

*\*Se reflejan las cantidades de los alimentos más representativos por persona y año*

*El “individuo más expuesto” se define como aquél en el que confluyen todos los caminos de exposición con los condicionamientos más desfavorables: únicamente bebe agua de la zona de máxima concentración del río al que vierten los efluentes líquidos, come peces de dicha zona, vegetales regados con ese agua y animales que se alimentan con los vegetales anteriores, según muestra el gráfico 5. Asimismo, se supone que respira el aire en el que existe mayor concentración de actividad y que este aire lo respiran los animales y plantas que come, según el gráfico 7. Aunque en la práctica tal individuo no existe, se considera esta hipótesis como garantía de que ninguna otra persona puede recibir una dosis superior. Los límites de dosis que tal persona puede recibir se establecen en las distintas Autorizaciones Administrativas como se ha indicado en los apartados dedicados a la CENTRAL Y EL AGUA y LA CENTRAL Y EL AIRE.*

## 6 PVRA (Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental)

**Para evaluar la incidencia radiológica que la Central pudiera producir en el Medio Ambiente, y a través de él, en las personas, se dispone de métodos establecidos reglamentariamente, que se concretan en el Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) de la Central Nuclear de Cofrentes**

La necesidad de establecer un PVRA para las instalaciones nucleares viene impuesta por la legislación vigente, de forma que deben ser determinadas y evaluadas las dosis equivalentes a la población potencialmente afectada por los efluentes radiactivos liberados al Medio Ambiente, según los caminos de exposición.

Para ello, se realiza de forma sistemática, antes y durante la operación de la Central, la recogida de las muestras más representativas de la zona: aire, agua, sedimentos, suelo, cultivos, peces, leche, carnes, etc., dentro de un radio de 30 Km. alrededor de la Central, los cuales son analizados para identificar los isótopos presentes en las muestras y su actividad. Los puntos de muestreo, tipos de muestra, frecuencia de recogida, medidas y análisis a realizar, fueron definidos antes del funcionamiento de la Central y una vez conocido el correspondiente estudio de la flora, fauna, producción agrícola y ganadera, y de la ubicación de las poblaciones del entorno de la Central.

### PVRA ANUAL

1.200 ..... muestras

1.700 ..... análisis

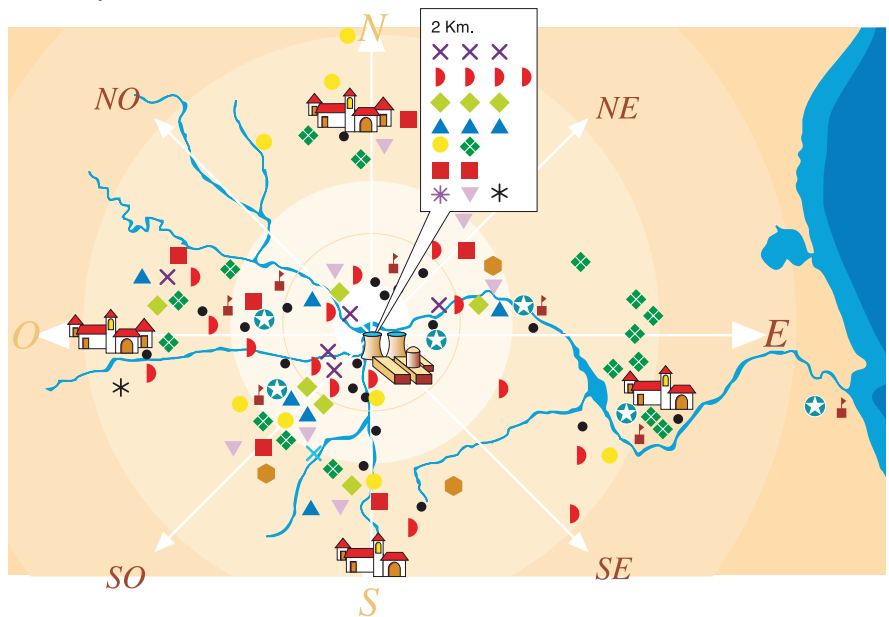
*Número de muestras y análisis tipo al año*





Mapa de puntos y tipos de muestreo según PVRA

- ✕ 9 puntos con muestreadores de aire para recoger partículas y radioyodos
- 19 puntos de medida de radiación ambiental con dosímetros termoluminiscentes
- ◆ 9 puntos de toma de muestras de suelos
- ▲ 9 puntos de recogida de muestras de agua de lluvia
- 9 puntos de recogida de leche (2 de vaca, 3 de cabra)
- ◆ 18 puntos de toma de muestras de cultivos
- 8 puntos de toma de muestras de carne, aves y huevos
- ✱ 2 puntos de toma de muestras de peces
- ▼ 8 puntos de toma de muestras de agua potable
- \* 2 puntos de toma de muestras de agua subterránea
- ★ 7 puntos de toma de muestras de agua superficial
- 9 puntos de toma de muestras de sedimentos e indicadores
- 3 puntos de toma de muestras de miel



| medio muestreado al año         | nº puntos muestreo* | nº muestras recogidas* | nº análisis realizados* |
|---------------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|
| Aire (PP/I)                     | 12                  | 624                    | 72                      |
| Agua (LL/LL2 ó DES/SP/PO/SB/OI) | 23                  | 326                    | 658                     |
| Suelos (S/S2)                   | 7                   | 7                      | 28                      |
| Sedimentos                      | 7                   | 14                     | 28                      |
| Alimentos (LC/C/PM/CAH/ML)      | 37                  | 103                    | 199                     |
| Radiación directa               | 19                  | 76                     | 76                      |
| Total                           | 105                 | 1150                   | 1661                    |

\* Número tipo de muestras y análisis / año

De los resultados del PVRA se desprende que no existe impacto radiológico en el entorno de la Central debido a su funcionamiento.

Para una información detallada sobre las recomendaciones y normas a seguir en el establecimiento de un Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental se puede consultar la Guía nº 4.1 del Consejo de Seguridad Nuclear "Diseño y desarrollo del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental para Centrales Nucleares".

Además del sistema de vigilancia citado, la Central posee, de acuerdo con los distintos organismos competentes y la normativa en vigor, instrumentación de medida instalada en los puntos de vertido, tanto líquidos como gaseosos, y cuenta con laboratorios debidamente equipados que permiten la identificación y cuantificación de los elementos y sustancias a controlar. Respecto a las emisiones, la Central dispone, como una medida adicional de control, de un procedimiento informático de cálculo para determinar la influencia radiológica de dichos efluentes, basándose en las medidas obtenidas con los equipos citados anteriormente y los datos procedentes de las dos estaciones meteorológicas instaladas en su entorno. En dichas estaciones han sido erigidas sendas torres de 100 y 50 metros (torres primaria y secundaria respectivamente), dotadas del correspondiente sistema de adquisición y tratamiento de datos, que permiten en todo momento disponer de las variables meteorológicas necesarias para una continua evaluación de la dispersión de los efluentes gaseosos en la atmósfera.

En lo referente a la vigilancia de los vertidos líquidos, en la central han sido construidas dos balsas para el almacenamiento y retención de los mismos, que aseguran, por medio de los análisis correspondientes, la potabilidad del agua antes de su descarga al río.

**La estación meteorológica está dotada de una serie de instrumentos que permiten medir continuamente:**

- La velocidad y dirección del viento a diferentes alturas.
- El número de horas de sol.
- La componente vertical de la dirección del viento.
- La intensidad de la radiación solar.
- La temperatura.
- La evaporación.
- Las diferencias verticales de la temperatura.
- Las precipitaciones.
- La humedad relativa del aire.
- La presión atmosférica.



*Estación meteorológica de Central Nuclear de Cofrentes*



# Centro de Información

El Centro de Información de la Central Nuclear de Cofrentes fue abierto al público en el año 1978, mucho antes de la puesta en marcha de la instalación (1984), con el claro objetivo de facilitar información a la sociedad, tanto de la construcción como de las características de funcionamiento de la planta.

Dispone de una sala de proyecciones y dos salas de maquetas que permiten al visitante conocer todos los aspectos relacionados con el funcionamiento de la Central Nuclear de Cofrentes.

Las visitas se realizan de lunes a viernes, de 9 a 15 horas; son gratuitas y tienen una duración aproximada de dos horas.

## IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR S. A. U.

Centro de Información de C. N. de Cofrentes

46625 COFRENTES - Valencia

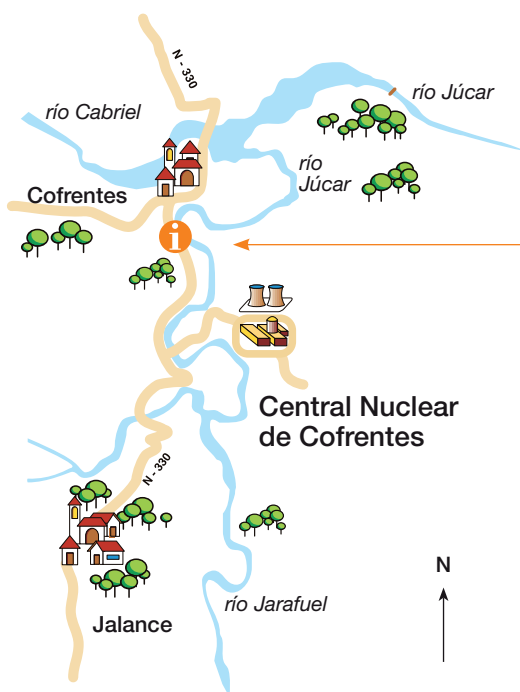
Tel. 961 894 137

e-mail: [cncofrentes@iberdrola.es](mailto:cncofrentes@iberdrola.es)

[www.cncofrentes.es](http://www.cncofrentes.es)



*Centro de información de la Central Nuclear de Cofrentes*



El Centro de Información se encuentra fuera del emplazamiento, en las proximidades del pueblo de Cofrentes, antigua carretera N-330, estando su acceso debidamente señalizado.



*Código QR de geolocalización del Centro de Información*





IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR, S.A.U.  
CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES  
46625 COFRENTES (Valencia)  
Tel. Centro de Información 96 189 41 37  
Tel. Centralita 96 189 43 00  
[cncofrentes@iberdrola.es](mailto:cncofrentes@iberdrola.es)  
[www.cncofrentes.es](http://www.cncofrentes.es)