



El 20,21% de la electricidad consumida en España en 2010 fue de origen nuclear



Reino Unido construirá reactores y planifica la operación a largo plazo de sus reactores



El OIEA aprueba la constitución del Banco Internacional de Uranio

Internacional de Uranio

LA ENERGÍA NUCLEAR HA PRODUCIDO EN ESPAÑA EL 20,21% DE LA ELECTRICIDAD EN 2010

La producción eléctrica de origen nuclear en España ha sido en 2010 de 61.994 GWh, con un aumento del 17,4% respecto a la de 2009 (52.805 GWh). Además, ha representado más del 41% de la producción de electricidad libre de emisiones generada en el sistema español.

Las centrales nucleares son la fuente de electricidad que más horas funciona al año

La potencia instalada del parque nuclear español a 31 de diciembre de 2010 era de 7.796 MW. Se ha incrementado respecto al 31 de diciembre de 2009 en 68 MW por el aumento de potencia de la unidad 1 de la central nuclear de Almaraz.

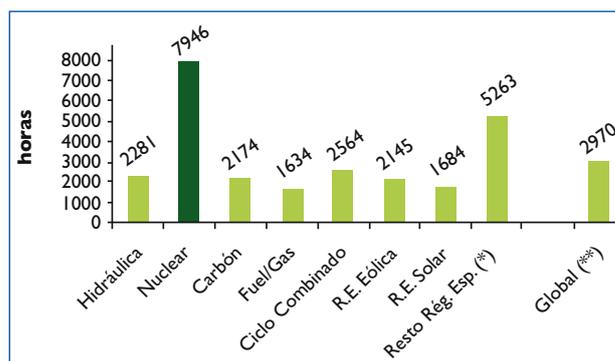
SISTEMA ELÉCTRICO EN ESPAÑA 2010 (datos provisionales)

	Potencia instalada (MW)	Potencia instalada (%)	Producción (GWh)	Producción (%)
Hidráulica	16.658	16,15	38.001	12,40
Nuclear	7.796	7,56	61.944	20,21
Carbón	11.890	11,53	25.851	8,44
Fuelóleo/Gas	5.889	5,71	9.624	3,14
Ciclo Combinado	26.844	26,02	68.828	22,46
Régimen Especial Eólica	19.959	19,35	42.819	13,98
Régimen Especial Solar	4.188	4,06	7.052	2,30
Resto Régimen Especial (*)	9.942	9,64	52.320(**)	17,07
TOTAL	103.166	100	306.439	100

(*) Cogeneración, minihidráulica, biomasa, residuos

(**) La cogeneración ha supuesto el 75% del Resto del Régimen Especial y el 12,8% del total de la producción

HORAS DE FUNCIONAMIENTO MEDIO POR TECNOLOGÍAS



(*) Cogeneración, minihidráulica, biomasa, residuos

(**) Producción total / Potencia total

Los ocho reactores nucleares han producido el 20,21% de la electricidad

de España (2,66% más que el año anterior) con tan sólo el 7,56% de la potencia instalada. Un año más, han funcionado más horas que las demás fuentes, garantizando así la estabilidad técnica de la red eléctrica española. Concretamente, a lo largo de 2010 las centrales nucleares españolas han operado 7.946 horas por término medio, más del 90% de las horas del año y muy por encima de otras centrales de producción eléctrica.

Fuente: Foro Nuclear a partir de datos de UNESA – Avance Estadístico de la Industria Eléctrica 2010 y de REE – El Sistema Eléctrico Español – Avance del informe 2010

NUEVOS CONTRATOS DE ENSA PARA EL MERCADO ASIÁTICO

• Equipos Nucleares (ENSA) ha recibido el pedido para la fabricación de los dos generadores de vapor de la central nuclear china de Sanmen, unidad 2. Esta central es de diseño Westinghouse, del tipo avanzado AP-1000, y consta de dos unidades de 1.100 MW cada una. La segunda unidad comenzó su construcción en diciembre de 2009.

El pedido ha sido concedido a ENSA por la empresa Shanghai Electric Nuclear Power Company (SENPEC), que tiene el contrato de suministro del cliente final, Sanmen Nuclear Power Corporation (SMNPC), titular de la central. Los generadores de vapor son de gran tamaño, 24 m de longitud y 5,5 m de diámetro, con un peso de 640 toneladas métricas.

ENSA fabricará en su planta de Santander los dos subconjuntos inferiores, y el subconjunto superior del primero. Los tres subconjuntos se entregarán en Shanghai en agosto de 2013. SENPEC fabricará el subconjunto superior del segundo generador y ejecutará las soldaduras finales de ambos generadores.

El contrato se firmó en Madrid el 4 de enero de 2011 entre ENSA y SENPEC, y fue ratificado al día siguiente en una ceremonia entre los gobiernos de China y España en la Moncloa, en presencia del Presidente Rodríguez Zapatero y del Viceprimer Ministro chino Li Keqiang.

- Por otra parte, ENSA fabricará bastidores para las piscinas de almacenamiento de combustibles nuevos y gastados para las unidades 1 y 2 de la central de Shin-Ulchin, en Corea del Sur. Las unidades son de tipo PWR de 1.400 MW en bornes de alternador. El pedido ha sido adjudicado por el propietario, la empresa eléctrica Korea Hydro Nuclear Power (KHNP), en dura competencia con proveedores coreanos y estadounidenses. Los bastidores son de diseño patentado por ENSA, utilizando acero inoxidable borado y uniones mecánicas.

Fuente: ENSA, enero 2011

BALANCE DE CENTRALES NUCLEARES EN 2010

Durante el año 2010 la actividad en el campo de las centrales nucleares ha sido muy importante, especialmente en el extremo Oriente. Al comenzar 2011 hay en todo el mundo 441 reactores en operación, con una capacidad total neta de 374,7 GW eléctricos, y 66 unidades nucleares en construcción.

En los últimos cuatro meses de 2010 ha comenzado la construcción de seis unidades nuevas, que se suman a las reseñadas en *Flash*, números de julio y octubre de 2010:

- La construcción de Ningde 4, en la provincia de Fujian, con un reactor CPR-1000 de 1.080 MW brutos, comenzó el 29 de septiembre de 2010, con lo que las cuatro unidades de la primera fase de la central están ya en construcción. El coste total ascenderá a 5.800 millones de euros, con la primera unidad entrando en servicio en 2012. La participación de la industria china en la cuarta unidad se estima en 85%.
- El 15 de noviembre de 2010 comenzó el hormigonado de la losa del reactor de Yangjiang 3, en la provincia de Guangdong, una unidad CPR de 1087 MW brutos, que deberá entrar en servicio en 2015. Las dos primeras unidades de las seis



Hormigonado de la losa de Yangjiang-3

previstas deberán funcionar en 2013. La inversión total asciende a unos 7.700 millones de euros.

- El hormigonado de la losa del reactor de Changjiang 2, en la isla de Hainan, comenzó el 21 de noviembre de 2010. Se trata de una unidad de 650 MW brutos, gemela de la primera que comenzó su construcción el mismo año y basada en la de Qinshan 4.
- La Corporación de Energía Nuclear de India (NPCIL) anunció el principio de la construcción de las unidades Kakrapar 3 y 4, en el estado de Gujarat, con el comienzo del hormigonado de las losas de los reactores el 22 de noviembre de 2010. Las unidades son de agua pesada y uranio natural de diseño autóctono, con



Central de Changjiang con dos unidades en construcción (Fotos: WNN)

700 MW brutos cada una. Son una versión evolucionada de las unidades de 540 MW que operan en Tarapur desde 2005. Los planes indios prevén 20.000 MW instalados en 2020, con la incorporación de reactores importados de agua ligera.

- China National Nuclear Corporation (CNNC) anunció que la construcción de la unidad 3 de la central de Fuqing, en la provincia de Fujian, ha comenzado oficialmente el 31 de diciembre de 2010. El reactor, gemelo de los dos primeros de la misma central, es un PWR de diseño normalizado chino (CPR), de 1.087 MW en bornes de alternador, y deberá entrar en servicio a mediados de 2015.

Fuentes: OIEA-Pris y World Nuclear News, 4 octubre y 17 y 22 noviembre 2010

OLKILUOTO 3 ENTRARÁ EN SERVICIO EN 2013



Olkiluoto-3. Instalación de generadores de vapor (Foto: Areva)

Areva ha comunicado que la construcción de la central nuclear finlandesa de Olkiluoto 3 está cumpliendo el calendario anunciado en junio de 2010. La central estará terminada en 2012, cuando se cargará el combustible. El operador llevará después a cabo la fase de puesta en servicio, estando prevista la conexión a la red durante 2013.

Los trabajos de obra civil están terminados y progresa la instalación de las tuberías. Se han instalado la vasija de presión, los generadores de vapor y el presionador. La estructura del núcleo, también llamada los "internos" del reactor, fabricada por Skoda en la República Checa, llegó al emplazamiento el 21 de diciembre y será instalada próximamente.

El cumplimiento del calendario dará fin a una construcción que ha sufrido fuertes retrasos y aumentos de coste que están aún siendo objeto de litigio entre el proveedor Areva / Siemens y el titular, Teollisuuden Voima Oy (TVO) (véanse *Flash* junio y septiembre 2010).

Fuentes: Areva, 29 noviembre y 3 y 9 diciembre 2010

LOS PLANES PARA TRES NUEVAS CENTRALES NUCLEARES EN SUIZA AVANZAN

El Inspectorado Federal de Seguridad Nuclear de Suiza ha dado una aprobación con condiciones para los tres emplazamientos propuestos por la industria suiza para construir tres nuevas centrales nucleares que sustituyan a las actuales. El Inspectorado requiere un estudio sísmico más detallado para los tres emplazamientos (que están en zonas de baja sismicidad), además de otros estudios sobre protección contra inundaciones y corrimiento de tierras. Por otra parte, ha declarado que las solicitudes de autorización son completas, claras y precisas, y están conformes con las directrices del OIEA y el estado actual de la tecnología.

Los tres emplazamientos son:

- Beznau, en el cantón de Aargau, adyacente a las dos unidades centrales, solicitado por la empresa Axpo AG.
- Mühleberg, en el cantón de Berna, adyacente a la unidad actual, solicitado por la empresa Bernische Kraftwerk AG (BKW).
- Niederramt, en el cantón Solothurn, adyacente a la unidad de Gösgen, solicitado por la empresa Alpic.

Las sociedades solicitantes proyectan construir en cada emplazamiento una unidad de unos 1.500 MW, de tecnología a determinar. Para las dos primeras se han pedido ya ofertas, que deberían recibirse antes del 15 de abril de 2011.

Suiza obtiene su electricidad en un 40% de sus cinco unidades nucleares, 55% de centrales hidroeléctricas y el resto de otras fuentes. Las nuevas unidades deberían entrar en funcionamiento a partir de 2020.

Aunque Axpo y BKW habían formado ya una sociedad para gestionar sus dos centrales, ambas empresas, junto con Alpic, han acordado ahora proceder en paralelo por medio de una nueva sociedad de gestión común en la que participen con un tercio cada una, y decidir más tarde el orden de prioridad para cada uno de los tres proyectos. Las tres empresas han acordado también su participación en la energía producida: Axpo tomará el 59%, Alpic el 25,5% y BKW el 15,5%.

Se prevé que las autorizaciones puedan concederse, tras los preceptivos periodos de consulta pública, a mediados de 2012 y ser sometidas a la aprobación parlamentaria en 2012 o 2013. Opcionalmente podrán someterse después a referéndum, no antes de 2013.

La opinión pública suiza está dividida, con un tercio a favor, un tercio en contra y un tercio indeciso. Las empresas planean una campaña de información.

Fuentes: NucNet, 17 noviembre y 6 diciembre 2010; Nucleonics Week, 25 noviembre 2010 y Nuclear News Flashes, 8 y 23 diciembre 2010

El 95% de la electricidad en Suiza se genera en centrales hidráulicas y nucleares, no emisoras de gases de efecto invernadero

SE PROLONGARÁ LA VIDA OPERATIVA DE LAS CENTRALES NUCLEARES BRITÁNICAS

Electricité de France (EDF), propietaria de British Energy, que es la titular de las centrales nucleares británicas excepto las de tipo de gas-grafito y uranio natural (llamadas Magnox), ha anunciado su intención de prolongar la vida operativa de las centrales.

Por el momento el esfuerzo se centrará en las centrales de Heysham A y Hartlepool, con dos unidades de tipo AGR (Advanced Gas Reactor) cada una, que comenzaron a funcionar en 1989. EDF prolongará la vida operativa de estas unidades hasta el final de 2019, cinco años más que lo actualmente previsto. Para ello destinará más de 27 millones de euros a cada unidad, independientemente de los 330 millones de euros que destina cada año al mantenimiento del parque nuclear británico.

Antes de su adquisición por EDF, British Energy había invertido 1.100 millones de euros en programas para mejorar sus centrales, que presentaban problemas técnicos que resultaban en rendimientos inaceptables. En 2010 las centrales produjeron



Central de Hartlepool

48.300 GWh, un 12% menos que el año anterior. Se espera que la producción en 2011 se recupere y ascienda a 63.400 GWh.

Heysham A consta de dos unidades de 670 MW y Hartlepool de otras dos de 650 MW. El Inspectorado de Instalaciones Nucleares aceptó en 2009 el funcionamiento hasta 2019 a condición de que EDF llevara a cabo las acciones necesarias.

EDF se propone un programa de extensión de la vida operativa del resto de las centrales por periodos de una media de cinco años para cada una de las 10 AGR

restantes, y 20 años para Sizewell-B, la única central de agua ligera (un PWR de 1.250 MW) del Reino Unido. No se excluye que después de estudios en curso se decidan prolongaciones adicionales.

La operación de las centrales durante estos periodos adicionales permitirá que las nuevas centrales planificadas en el Reino Unido por varias empresas eléctricas tomen el relevo sin merma de la producción nuclear del país.

Fuentes: NucNet, 17 diciembre 2010; Nucleonics Week, 23 diciembre 2010 y Nuclear News Flashes, 14 enero 2010

NUEVOS SOCIOS DE AREVA

La empresa pública francesa Areva anunció el 20 de diciembre de 2010 la primera fase de una ampliación de capital reservada al fondo soberano kuwaití, Kuwait Investment Authority (KIA), por una cuantía de 600 millones de euros y a la Agencia de Participaciones del Estado francés (APE) por un valor de 300 millones de euros. Con ello, KIA adquiere una participación del 4,8% del capital de Areva y APE llega al 10,2%. El accionista mayoritario sigue siendo el Comisariado de Energía Atómica y Energías Alternativas (CEA), con un 78,96%. Próximamente, Areva ofrecerá acciones por valor de 38,3 millones de euros a los pequeños inversores (4,03% del capital que cotiza en Bolsa) que no quieran ver diluida su participación en la sociedad.

Con esta operación culminan las negociaciones durante 2010 para fortalecer la posición de Areva, que debe afrontar fuertes compromisos financieros, incluyendo la compra de la participación de Siemens en Areva NP. En estas negociaciones entraba la posibilidad de inversiones de Mitsubishi, el grupo soberano de Qatar y el grupo eléctrico francés EDF, con el objeto de llegar a un aporte de capital de entre 1.500 y 3.000 millones de euros. No se descarta que algunas de estas operaciones se realicen más adelante.

Mientras tanto, el Estado francés adquirirá la participación del 10,9% que Areva tenía en STMicroelectronics, por valor de 695 millones de euros. Areva espera para 2012 unos ingresos de 12.000 millones de euros, con un margen de operación superior al 10%.

Fuentes: Nuclear News Flashes, 30 abril 2010; Nucleonics Week, 16 diciembre 2010; NucNet, 21 julio y 13 diciembre 2010; Areva, 11 diciembre 2010 y Revista de la Energía - Francia, 29 diciembre 2010

ACUERDO PARA EL SUMINISTRO DE UNA CENTRAL CHINA DE 1.000 MW A PAKISTÁN

Según ha declarado en una entrevista en Inglaterra un alto funcionario paquistaní, la Comisión de Energía Atómica de Pakistán (PAEC) y la Corporación Nuclear Nacional China (CNNC) han firmado un contrato para el suministro a Pakistán de una unidad nuclear de 1.000 MW, que será construida en el emplazamiento de Chashma, sobre el río Indo.

Pakistán tiene planes nucleares ambiciosos que incluyen llegar a 8.800 MW nucleares en 2030, todos PWR de los tamaños de 300 y 1.000 MW, con una sola excepción. Actualmente dispone de 425 MW en las centrales de Karachi (KANUPP, una unidad canadiense de agua pesada y uranio natural, con 125 MW) y Chashma (una unidad china PWR de 325 MW, en servicio desde 2000). Una segunda unidad, denominada Chashma 2 y gemela de la primera, está en construcción avanzada en el mismo emplazamiento. Todas estas unidades están sometidas al régimen de salvaguardias del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

En junio de 2010, PAEC y CNNC firmaron el contrato de suministro de dos nuevas unidades, Chashma 3 y 4, de 340 MW brutos, a construir en el mismo emplazamiento, con un coste de 1.912 millones de dólares, financiado en un 82% por China. Las unidades deberán entrar en servicio en ocho años, y estarán también sometidas a las salvaguardias del OIEA (anteriormente se había declarado que las dos nuevas unidades serían de 650 MW. Ver *Flash* de junio 2010). Pakistán y China pretenden que el Grupo de Suministradores Nucleares (NSG) apruebe esta transacción, basándose en que se considera una extensión del contrato para Chashma 1 y 2, que se firmó antes de la entrada de China en NSG.

El problema de la nueva central de 1.000 MW es mucho más complicado, pues no sólo resulta difícil que el NSG acepte una extensión del contrato inicial para una unidad de un tamaño tres veces mayor, sino que el modelo de 1.000 MW, del que se construyen múltiples unidades en China, está sujeto a la propiedad intelectual de Areva, que impide la exportación, máxime cuando este modelo entraría en competencia con el Atmea 1, del mismo tamaño y en desarrollo por Areva y Mitsubishi.

Con estas dificultades, es dudoso que el contrato recién firmado siga adelante en su forma actual, y habrán de buscarse fórmulas que lo hagan posible.

Fuentes: NEI Smartbrief, 9 noviembre 2010; Nucleonics Week, 18 noviembre 2010 y WNA, Nuclear Power in Pakistan, revisada en 2010.

Publicaciones y reuniones

- ✓ **El Sector Eléctrico a Través de UNESA (1944 – 2010).** UNESA.
- ✓ **Avance estadístico del año eléctrico.** UNESA. Más información: www.unesa.es
- ✓ **Avance del informe sobre la operación del sistema eléctrico 2010.** REE. Más información: www.ree.es
- ✓ **Jornada “Las Centrales Nucleares en 2010. Experiencias y Perspectivas”.** Organiza: Sociedad Nuclear Española (SNE). Lugar y día de celebración: 24 febrero – 9 horas. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (Madrid). Más información y programa: www.sne.es

INDIA REPROCESARÁ COMBUSTIBLES GASTADOS DE ORIGEN AMERICANO

El acuerdo entre India y Estados Unidos alcanzado durante los últimos años para permitir el comercio nuclear de empresas americanas en India, mediante la separación efectiva de las actividades nucleares en los campos civil y militar y la supervisión de los primeros por el Organismo de Energía Atómica (OIEA) incorporó en el verano de 2010 un nuevo hito con la firma de un acuerdo suplementario que permite el reproceso de combustibles gastados de origen americano en la India.

El reproceso se llevará a cabo en una de las dos nuevas instalaciones, situadas en Kalpakkam y Trombay, ambas sometidas al régimen de salvaguardias del OIEA. El material a reciclar se empleará sólo en instalaciones civiles indias igualmente sometidas a salvaguardias.

Estados Unidos, que no reprocesa sus combustibles, había autorizado hasta ahora el reproceso de combustibles de origen americano (por suministro directo o por haber sido irradiados en reactores de tecnología americana) solamente a los países de la Unión Europea y a Japón.

Antes del acuerdo con India, **Estados Unidos autorizaba únicamente el reproceso de sus combustibles a la UE y Japón**

India dispone de varias instalaciones de reproceso para los combustibles de sus reactores civiles de diseño propio, destinando el plutonio (de contenido no apto para usos militares) a sus futuros reactores reproductores rápidos. A primeros de enero de 2011 se ha inaugurado en Tarapur una nueva planta de reproceso de 100 toneladas al año que, según fuentes del OIEA, no figura entre las sometidas al acuerdo vigente de salvaguardias.

Este acuerdo es anterior a la promulgación de la nueva Ley de Responsabilidad Civil por daños nucleares, detallada en la sección nuclear de este número de *Flash*, que presenta dificultades para el comercio nuclear internacional con India.

Fuentes: *Bulletin Forum Nucléaire Suisse*, agosto 2010; *World Nuclear News*, 2 agosto 2010 y 7 enero 2011 y *WNA Nuclear Power in India*, noviembre 2010

APROBACIÓN POR EL OIEA DEL BANCO INTERNACIONAL DE URANIO ENRIQUECIDO

El Organismo Internacional de Energía Atómica aprobó el 3 de diciembre de 2010 la creación de un Banco Internacional de Uranio ligeramente enriquecido, para proporcionar este material a Estados miembros que experimenten dificultades en obtener suministros en el mercado comercial por razones excepcionales técnicas o políticas, siempre que cumplan las condiciones de no proliferación que requiere el OIEA. Este organismo creará un marco que defina la estructura de la reserva, así como la localización y el acceso por los países que lo necesiten.

El OIEA coordinará todas las actividades y utilizará uno o más centros de almacenamiento.

La propuesta de creación del Banco (ver *Flash* de enero 2010) partió de la Iniciativa contra Amenazas Nucleares y el multimillonario americano Warren Buffett aportó los primeros 50 millones de dólares. El fondo recibió después aportaciones del Gobierno americano, la Unión Europea, los Emiratos Árabes Unidos, Noruega y Kuwait, hasta sobrepasar los 150 millones necesarios. El Banco sienta las bases para que ningún país se vea en la necesidad de emprender sus propios programas de enriquecimiento por temor de verse excluido del mercado internacional.

Por su parte, Rusia anunció el 30 de noviembre de 2010 que ha constituido ya una reserva de 120 toneladas de hexafluoruro de uranio ligeramente enriquecido con destino

a países miembros del OIEA, de acuerdo con este organismo. El material está en un almacén en el Centro de Enriquecimiento de Uranio de Angarsk, en Siberia.

Mientras tanto, Irán ha reanudado sus conversaciones con China, Francia, Alemania, Rusia, el Reino Unido y los Estados Unidos sobre su programa nuclear, para tratar sobre las actividades de enriquecimiento en ese país, no sujetas a salvaguardia del OIEA, lo que ha propiciado la aplicación de sanciones por las Naciones Unidas. Irán ha anunciado, por otra parte, que ha alcanzado ya la suficiencia en la minería y producción de uranio, incluida la conversión a hexafluoruro, actividades supervisadas por el OIEA.

Fuentes: *NucNet*, 2 y 6 diciembre 2010 y *World Nuclear News*, 6 diciembre 2010

BARCO PARA EL TRANSPORTE DE RESIDUOS DE SUBMARINOS RUSOS

Se ha botado en Italia el barco *Rosita*, destinado a transportar residuos de submarinos nucleares rusos, incluyendo elementos combustibles gastados y materiales procedentes del desmantelamiento.

El barco ha sido construido por el astillero Mudzhano, de la empresa italiana Fincantieri, en La Spezia, bajo el acuerdo bilateral entre Rusia e Italia, inscrito en la Asociación mundial del G8 contra la proliferación de armas y materiales de destrucción masiva.

El barco mide 84 m de eslora y 14 m de manga, y tiene dos bodegas con regulación de temperatura. Puede transportar 720 toneladas a una distancia de 3.000 km. Se utilizará, una vez entregado en 2011 a su propietario, la empresa rusa Atomflot, para transportes entre las antiguas bases navales rusas donde se lleva a cabo el desmantelamiento de los submarinos rusos, en el noroeste de Rusia.

Fuentes: *World Nuclear News*, 20 diciembre 2010 y *Rosatom*, 22 diciembre 2010



Botadura del barco *Rosita* (Foto WNN)

DEVOLUCIÓN DE COMBUSTIBLES ENRIQUECIDOS DE SERBIA A RUSIA

Ha llegado a Rusia un cargamento de elementos combustibles de enriquecimientos, procedentes del Instituto Vinca de Ciencias Nucleares, situado en las afueras de Belgrado. Este es el último de una serie de traslados, coordinados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), y parte de la Iniciativa contra Amenazas Nucleares para devolver a los países de origen el uranio de alto enriquecimiento de los reactores de investigación (ver *Flash* de enero 2010).

En el caso de Serbia, además del riesgo de proliferación existía un problema de seguridad radiológica, porque desde que Rusia construyó el reactor de investigación de Vinca y suministró el combusti-

ble hace decenios, parte de los elementos sufrieron deterioros que hicieron necesario un empaquetamiento por parte de socios internacionales para reenviarlos a Rusia. Los primeros envíos, de combustible nuevo, comenzaron en 2002 y han continuado hasta ahora.

El envío de esta última remesa, con 8.000 elementos de actividad muy alta, duró cuatro semanas, empezando el 18 de noviembre de 2010 cuando, empaquetado en 16 contenedores de transporte, el combustible emprendió el viaje por carretera hasta la frontera húngara, donde se transfirió a vagones de ferrocarril para su traslado hasta el puerto esloveno de Koper. Desde allí los contenedores

vajaron por mar hasta el puerto ruso de Murmansk. El último tramo, hasta el centro ruso de Mayak, fue también por ferrocarril, llegando el 22 de diciembre.

Los expertos rusos aprovecharán el uranio aún útil para combustible de reactores y almacenarán los residuos restantes hasta que se puedan colocar en un repositorio profundo.

El centro serbio de Vinca fue construido en los años 1950 y contuvo, además del reactor de investigación, una instalación de recogida de residuos para la antigua Yugoslavia. Actualmente, el centro está siendo desmantelado con la participación del OIEA.

Fuente: NucNet, 28 diciembre 2010

EL REACTOR MYRRHA, EN EL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EUROPEO

El Foro estratégico europeo para infraestructuras de investigación (ESFRI) anunció el 29 de noviembre de 2010 la inclusión del reactor de investigación multiuso Myrrha, en Bélgica, en su hoja de ruta para los próximos años.

El reactor Myrrha es un conjunto subcrítico acoplado a un acelerador de protones. El concepto se ha explicado en el *Flash* nuclear de enero de 2011, al detallar su inclusión en las Iniciativas Industriales europeas, por su papel como demostrador de reactores rápidos refrigerados por plomo líquido.

Su inclusión en el plan de infraestructuras de investigación se debe sobre todo a sus posibilidades para investigar la separación y transmutación. Mediante esta técnica se hace que un neutrón incida en el núcleo de un radisótopo de vida larga y lo transforme en otro distinto que decaiga más rápidamente hasta niveles inofensivos.

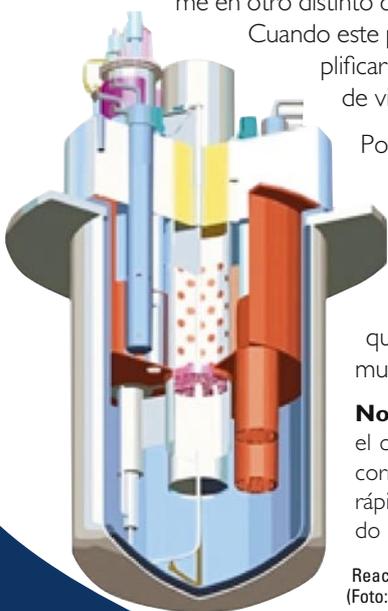
Cuando este procedimiento alcance nivel industrial servirá para simplificar grandemente la disposición de los residuos radiactivos de vida larga en repositorios geológicos.

Por otra parte, en octubre pasado la Academia de Ciencias de China (CAS) y el Centro de Investigación Nuclear belga (SKC-CEN) firmaron un acuerdo que permitirá la utilización del Myrrha por científicos chinos para estudios sobre residuos nucleares. En un comunicado conjunto se resalta por parte china que este reactor es la instalación más avanzada en el mundo para estudios de tratamiento de residuos.

Nota de corrección: En el *Flash* de enero de 2010 se cifraba el coste del Myrrha en unos 1.960 millones de euros, lo que corresponde al programa completo de la iniciativa de reactor rápido refrigerado por plomo. El coste del Myrrha, considerado independientemente, se calcula en 960 millones de euros.

Reactor Myrrha
(Foto: SKC-CEN)

Fuentes: NucNet, 8 octubre y 29 noviembre 2010 y *World Nuclear News*, 1 diciembre 2010



MITSUBISHI Y AREVA FABRICARÁN COMBUSTIBLE NUCLEAR EN EEUU

La empresa japonesa Mitsubishi y la francesa Areva han establecido un acuerdo para constituir una nueva compañía llamada US Nuclear Fuel, que fabricará combustibles nucleares para centrales de agua a presión en EEUU.

Mitsubishi Nuclear Fuel Co. (basada en Japón y participada por Mitsubishi al 70% y Areva al 30%), y la francesa Areva, tendrán cada una el 50% de la nueva compañía, que estará basada en Richland (estado de Washington), donde existe una fábrica de Areva.

US Nuclear Fuel fabricará en una nueva instalación combustible para las centrales avanzadas de agua a presión APWR que suministre Mitsubishi en Estados Unidos. Espera alcanzar unas ventas de unos 90 millones de euros para 2020.

Fuentes: Areva, 18 febrero 2009 y NucNet, 14 diciembre 2010

Publicaciones

- ✓ **Un Cuarto de Siglo en la Modernización de España.** Enresa.
- ✓ **El CO₂ como Recurso. De la Captura a los Usos Industriales.** Fundación Gas Natural.

VIAJES INTERPLANETARIOS FUTUROS

Los viajes no tripulados a planetas exteriores de nuestro sistema solar se han realizado mediante misiones provistas de equipos robóticos alimentados con la electricidad producida por el radioisótopo plutonio-238. Este isótopo tiene un periodo de semidesintegración de 87,74 años y una duración de actividad que, de forma práctica, puede atender las necesidades de las misiones espaciales por varios siglos. Sin embargo, el plutonio-238, que no es fisionable como otros isótopos del plutonio, tiene su origen en combustibles irradiados de uranio cuyas existencias están desapareciendo principalmente por la reducción de los programas militares.

La Agencia Espacial Europea estudia la sustitución del plutonio-238 por otro isótopo que genere electricidad para atender las necesidades de los equipos eléctricos y electrónicos de medida y transmisión de datos a la Tierra. Uno de los isótopos considerados es



Satélite espacial

el americio-241, empleado comúnmente en los detectores contra incendios, también emisor alfa cuyo calor de desintegración es semejante al del plutonio-238, pero que tiene un periodo de semidesintegración de 432,2 años, por lo que podrá utilizarse para misiones más largas, aunque se requerirá una mayor cantidad para conseguir la misma energía.

Fuente: *New Scientist*, 17 julio 2010

BACTERIA QUE SOBREVIVIRÁ EN MARTE

Una bacteria es conocida por su capacidad de resistencia a la radiación. Recientemente parece que el *Deinococcus Radiodurans* podría sobrevivir en estado latente en Marte más de un millón de años.

Investigadores del University College en Londres, dirigidos por Lewis Dartnell, congelaron muestras de esta bacteria a $-79\text{ }^{\circ}\text{C}$, la temperatura media en las latitudes medias de Marte e irradiaron estas muestras con radiación gamma para simular las dosis que recibirían en el suelo marciano durante largos tiempos de irradiación. Estimaron que, en esas condiciones, su número inicial tardaría 1,2 millones de años en reducirse por un factor de un millón.

Estudios anteriores sugerían que sería sólo un factor de 4 lo que se reduciría la temperatura del suelo marciano teniendo en cuenta que cuando las células se congelan disminuye el efecto de la radiación porque los radicales libres que produce la radiación tienen una menor movilidad. Ello sugiere que la vida como la actual de la Tierra podría sobrevivir en otras partes del sistema solar.

Fuente: *New Scientist*, 20 noviembre 2010

AVANCES EN LA INVESTIGACIÓN DE LAS PRUEBAS NUCLEARES

En 2009, los investigadores del Instituto de los Elementos Transuránicos de Karlsruhe, Alemania, demostraron que en el caso de que se intercepten materiales nucleares de contrabando, se pueden obtener detalles de su origen por medio del estudio de su composición.

Otros colegas de Estados Unidos, el grupo dirigido por Albert Fahey del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, de Gaithersburg, Maryland, han estudiado la posibilidad de obtener una información similar a partir de los residuos dejados por posibles explosiones nucleares. Es importante saber en tal caso si el artefacto era de uranio o de plutonio, lo que puede conducir al responsable.

Como ejemplo examinaron muestras del primer ensayo nuclear con una bomba de plutonio, que tuvo lugar el 16 de julio de 1945

en Trinity, en el desierto de Nuevo México. En la prueba la arena se fundió y solidificó formando un vidrio verdoso que recibió el nombre de "trinitita". El grupo analizó una pieza de 3 centímetros de este material e identificó que procedía de plutonio, del que contenían 0,4 partes por millón.

Una cuestión más difícil es demostrar de dónde procede el plutonio y conocer dónde se produjo a partir de la relación de los isótopos que lo componen. En el caso de que procedan de materiales fértiles irradiados en reactores, como el componente principal es el uranio-238, el plutonio-239 que se produce está siempre contaminado con plutonio-240. La relación entre estos dos isótopos difiere de unos reactores nucleares a otros y en el caso de la muestra de trinitita la relación era del 1,6%, lo que está de acuerdo con lo que se conoce

acerca del plutonio empleado para la primera explosión.

Los investigadores examinaron la trinitita para tratar de conocer algo acerca de la esfera metálica que rodeaba al arma para impedir su fallo por separación del núcleo. La composición isotópica de la esfera proporcionaría información adicional sobre los orígenes del arma. Como la esfera estaba fabricada con uranio no enriquecido, que es básicamente uranio-238, en las partes del residuo que contenía el plutonio también se encontró este último elemento.

Es preciso tener en cuenta todas las indicaciones de la combinación de estas informaciones, unas positivas y otras negativas, para asignar la procedencia y localización de la fuente o fuentes.

Fuente: *New Scientist*, 13 noviembre 2010

LAS PROTECCIONES AMBIENTALES EN EL ENTORNO DE LAS CENTRALES NUCLEARES

Para la protección ambiental, las centrales nucleares emplean las áreas de su entorno, utilizando una gran variedad de técnicas y tecnologías para minimizar su presencia y aprovechar los espacios protegidos para fines útiles.

Por la necesidad de su sistema de refrigeración, la primera protección es la del agua de refrigeración, sobre la cual es necesario conocer los efectos que pueden producirse por la presencia de la central. Es necesario incluir en la valoración las poblaciones de los peces procedentes de los ríos, lagos o mares y sus cambios exteriores por protección de especies o vedas, accidentes y cualquier otra. El cambio de especies por otras puede afectar a las protecciones instaladas o a las futuras si son precisos nuevos medios de protección.

La propia presencia de la central añade un factor más a tener en cuenta, ya que la toma del agua de refrigeración y su empleo en la central incluyen precauciones en su toma y en su devolución a la fuente original. Para evitar la entrada de vida animal o vegetal suelen utilizarse mallas de tamaños adecuados, pero la previsión de entrada de alevines o huevos de algún tipo pueden crear problemas. Casos típicos son el crecimiento de mejillones en las centrales que emplean agua de mar o las perturbaciones del mejillón zebra en las centrales de agua normal.

Los estudios realizados hasta ahora indican que las pérdidas de vida animal o vegetal son muy bajas. Por ejemplo, un estudio de cinco años en la central nuclear de North Anna en Virginia, Estados Unidos, mostró que los impactos o retenciones estaban entre el 0,02% en peso y el 1,4% en número de la población de tamaños semejantes a los del lago Anna y que las pérdidas de peces jóvenes eran muy parecidas. Hay que considerar que el mantenimiento de un número estable de peces en un lago requiere que se generen más de los que habitualmente lo forman y que los intervalos mencionados entren dentro de los límites de variación.

Los medios físicos para prevenir la entrada consisten en tamices fijos, usualmente equipados con lavados de arrastre de alevines y otros animales u objetos. A veces se utilizan tamices rotativos o combinaciones que alteran las direcciones y velocidades del flujo de agua. En otras ocasiones se emplean medios auxiliares como sonidos y haces luminosos.

En algunas ocasiones se suplementa la conservación de la especie más abundante mediante pasos especiales para facilidad de subida, por medio de estanques intermedios y tratamientos especiales, como la adición de cloro para impedir el crecimiento de hongos y mejillones de mar o de tierra (tipo Cebra).

En lo referente a la protección de especies terrestres, el espacio protegido alrededor de las centrales nucleares sirve para evitar



Mejillón Cebra (Foto: Confederación Hidrográfica del Tajo)

problemas en la nidificación de las aves y para ofrecer un lugar de acogida de las especies más perseguidas por cazadores. Un hecho no corriente es que esta protección hace convivir especies que normalmente viven separadamente. Por ejemplo, en algunas centrales norteamericanas cohabitan quebrantahuesos y halcones peregrinos; esta última especie es conocida como el ave que vuela más rápida.

En algunas centrales españolas coexisten en áreas cercanas a la central aves diferentes, que nidifican aún en el edificio de la central e incluso en las torres de salida de gases donde cuentan con alimentación escogida para sus crías. Algunas centrales ofrecen sitios apropiados, como los manatíes en Florida y los cocodrilos criados en Francia.

La presencia conjunta de agua y espacios protegidos puede ofrecer reservas especiales de numerosas aves (gansos, patos, ocas y otras especies) que pescan frecuentemente los peces abundantes en estos lugares.

Fuente: Nuclear Energy Insight, julio 2010

NUEVO ACELERADOR CANADIENSE PARA PRODUCIR ISÓTOPOS MÉDICOS

Una noticia del Gobierno de British Columbia en Canadá anunciando la financiación de un nuevo acelerador lineal con la denominación Ariel para producir isótopos médicos por un valor de unos 60 millones de dólares reanima al suministro futuro del mercado de radisótopos.

El acelerador se construirá en el laboratorio de física de Triumf en Vancouver, en un túnel subterráneo capaz de producir haces de hasta 500 kW. Las obras comenzarán este año y concluirán en 2013. La producción de radisótopos se iniciará en 2015. Además de radisótopos de uso médico, también producirá isótopos exóticos para fines de investigación y desarrollo.

Fuente: World Nuclear News, 29 junio 2010

Socios FORO NUCLEAR

AMAC - AMPHOS XXI - ANCI - APPLUS/NOVOTEC - AREVA - AEC - BERKELEY MINERA ESPAÑA - BUREAU VERITAS - C.N. ALMARAZ - C.N. ASCÓ - C.N. COFRENTES - C.N. TRILLO I - C.N. VANDELLÓS II - CÁMARA OFICIAL DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN DE BARCELONA - CLUB ESPAÑOL DEL MEDIO AMBIENTE - COAPSA CONTROL - CONSEJO SUPERIOR DE COLEGIOS DE INGENIEROS DE MINAS DE ESPAÑA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA - EMPRESARIOS AGRUPADOS - ENDESA - ENSA - ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS - ETS INGENIEROS DE CAMINOS DE MADRID - ETS INGENIEROS DE MINAS DE MADRID - ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE BARCELONA - ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE BILBAO - ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE MADRID - ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALENCIA - ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA UNED - FUNDACIÓN EMPRESA Y CLIMA - GAS NATURAL FENOSA - GENERAL ELECTRIC INTERNATIONAL - GHESA - GRUPO DOMINGUIS - GRUPO ENERMYT DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA - HC ENERGÍA - IBERDROLA - INGENIERÍA IDOM INTERNACIONAL - INSTITUTO DE LA INGENIERÍA DE ESPAÑA - NUCLENOR - OFICEMEN - PROINSA - SEOPAN - SERCOBE - SIEMSA - TAMOIN POWER SERVICES - TECNATOM - TECNIBERIA - TÉCNICAS REUNIDAS - UNESA - UNESID - WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN - WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES