

PRUEBAS DE ESTRÉS SATISFACTORIAS PARA LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) ha analizado los informes preliminares que el pasado 15 de agosto presentaron los titulares de las instalaciones nucleares españolas sobre las pruebas de estrés (ver *Flash* de septiembre 2011), y ha remitido su propio Informe Preliminar a la Comisión Europea el 15 de septiembre, como está estipulado para todos sus homólogos europeos.

En sus conclusiones, el CSN considera que los resultados de las pruebas de estrés son satisfactorios y que éstas cumplen las especificaciones europeas, así como las Instrucciones Complementarias emitidas por el Consejo. En general se ha comprobado que los sistemas de las centrales están conformes con las bases de diseño y que los márgenes de seguridad incorporados son adecuados para afrontar escenarios que sobrepasen dichas bases. Se han identificado posibles mejoras para aumentar los márgenes de seguridad para el caso de situaciones extremas.

Los análisis efectuados requieren en algunos casos estudios y propuestas más detallados, que serán incluidos en el informe definitivo que los titulares deben remitir al CSN para el 31 de octubre de 2011. Las propuestas deben contener detalles sobre los refuerzos de estructuras y componen-

El informe preliminar de las pruebas muestra la **solidez de los diseños y los altos márgenes de seguridad** de las centrales españolas

tes que presenten márgenes menores en casos de escenarios sísmicos importantes, comprobación de que las centrales no quedarían afectadas por inundaciones provocadas por roturas de presas, medidas para asegurar la refrigeración de reactores y piscinas de combustible en caso de accidentes severos y aseguramiento del suministro eléctrico en alterna y en continua por medios propios durante el tiempo suficiente. Una propuesta significativa es la creación de un centro de apoyo común para todas las centrales, con organización y medios para intervenir en cualquiera de ellas en un plazo máximo de 24 horas.

La obtención de estos resultados satisfactorios confirma el acierto en la elección y caracterización de los emplazamientos, sobre bases de diseño que siguen siendo válidas, así como la práctica seguida por los titulares de invertir en mejoras continuadas en equipamientos, procedimientos y formación del personal. En opinión de la Presidenta de Foro Nuclear, M^a Teresa Domínguez, "estos resultados positivos confirman la eficacia del proceso regulador español y el compromiso del sector nuclear con la seguridad."

Fuentes: Foro Nuclear y CSN, 15 septiembre 2011

ASCÓ I Y II PODRÁN FUNCIONAR DIEZ AÑOS MÁS

El Ministro Miguel Sebastián firmó el 22 de septiembre la Orden por la que se renueva la Autorización de Explotación de las centrales nucleares de Ascó I y II por un período de diez años. El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio ha considerado en su decisión el informe favorable del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) que reconoce el nivel adecuado de seguridad para continuar la operación y la comprobación del correcto funcionamiento de la central.

El pleno del CSN había aprobado a finales de julio, por unanimidad, un informe

favorable al funcionamiento continuado de las dos unidades de la central durante un período adicional de diez años. El informe reconoce el funcionamiento seguro de la central y el cumplimiento de los requisitos y modificaciones especificadas en la anterior autorización, incluidas las instrucciones técnicas complementarias y la normativa de aplicación condicionada. Establece también una serie de condiciones que deberán ser cumplidas por el titular, incluyendo el Plan de Refuerzo Organizativo, Cultural y Técnico e instrucciones técnicas complementarias.

Destacan las relacionadas con estudios y modificaciones aconsejadas por los sucesos de Fukushima, incluyendo la provisión de sistemas de detección de hidrógeno en contención, sistemas de ventilación, sistemas auxiliares de las piscinas de combustible usado y baterías eléctricas adicionales, así como la revisión de las especificaciones y pruebas de las válvulas de venteo y purga de la contención, y de la capacidad del sistema de parada remota de la central.

Fuentes: CSN, 29 julio 2011, NucNet, 2 agosto 2011 y ANAV, 22 septiembre 2011



Foro Nuclear celebra las 28^{as} Jornadas Nacionales sobre Energía y Educación



Ascó recibe la autorización del Gobierno para operar diez años más



Los trabajadores de Fukushima galardonados con el Premio

Príncipe de Asturias a la Concordia

400 PROFESORES SE DAN CITA EN LAS JORNADAS NACIONALES SOBRE ENERGÍA Y EDUCACIÓN

Más de 400 profesionales de la educación han participado en la 28ª edición de las "Jornadas Nacionales sobre Energía y Educación" que anualmente organiza Foro de la Industria Nuclear Española.

Este encuentro, inaugurado por la Consejera del Consejo de Seguridad Nuclear, Rosario Velasco, y la Presidenta de Foro Nuclear, María Teresa Domínguez, se ha celebrado del 23 al 24 de septiembre en la Universidad Complutense de Madrid, bajo el título "La reevaluación continuada de la seguridad nuclear. Análisis de los sucesos de Japón".

Para María Teresa Domínguez, "la formación es uno de los pilares fundamentales de la sociedad y también de nuestras actividades. Los docentes desarrollan una gran labor. Por eso, mediante estas jornadas con visitas técnicas a instalaciones de interés energético, mesas redondas y conferencias, hemos querido acercar



Asistentes a las Jornadas celebradas este año

las características y la actualidad nuclear, ofrecer publicaciones y material didáctico y establecer un punto de encuentro entre los profesionales de la educación y del sector de la energía".

A lo largo de estas Jornadas, reconocidas por el Ministerio de Educación con créditos

de formación al profesorado, se han tratado asuntos como la evolución de los sucesos de Japón, los controles en el entorno de las instalaciones nucleares, los requisitos para emplazamientos singulares o la percepción del riesgo.

Fuente: Foro Nuclear, septiembre 2011

PREMIO PRÍNCIPE DE ASTURIAS PARA LOS TRABAJADORES DE FUKUSHIMA

El Jurado encargado de la concesión de los Premios Príncipe de Asturias ha galardonado con el Premio de la Concordia a los "héroes de Fukushima", el grupo de personas que trabaja sin descanso para llevar la central japonesa de Fukushima Daiichi, afectada por un terremoto y posterior tsunami, a condiciones estables.

El jurado de los premios Príncipe de Asturias considera que los trabajadores de Fukushima representan los valores más elevados de la condición humana



Héroes de Fukushima (Foto: Fundación Príncipe de Asturias)

El terremoto, que tuvo lugar el 11 de marzo de 2011 al noreste de Japón, con un nivel de 9,1 en la escala de Richter, y el posterior tsunami, con olas de hasta 23 metros, causaron graves daños y cerca de 30.000 muertos y desaparecidos, además de cuantiosas pérdidas materiales. Cuatro de las seis unidades de la central nuclear de Fukushima Daiichi, aunque pararon automáticamente según su programación, quedaron gravemente afectadas, sin suministro eléctrico exterior ni interior ni posible acceso a los edificios por los elevados niveles de radiación. Se sucedieron

varias explosiones de hidrógeno y la fusión de parte del combustible, según se ha detallado en anteriores ediciones del Flash.

Las tareas de recuperación del control de las instalaciones, comenzando con el enfriamiento de los reactores y piscinas de almacenamiento de combustible, y las conexiones para el suministro eléctrico, fueron desarrolladas por varios grupos de personas, muchas de ellas voluntarias: empleados de la empresa titular TEPCO, incluidos grupos de jubilados, personal contratado, bomberos, policías y fuerzas de autodefensa. Todos ellos trabajaron sin descanso, con rotaciones muy frecuentes y la protección debida contra la radiación y conservando una responsabilidad, generosidad y disciplina que han contribuido decisivamente al bien común, constituyendo un ejemplo reconocido internacionalmente.

Gracias a los esfuerzos de estas personas la situación de Fukushima tiende a la estabilización. Entre la enorme devastación y pérdidas humanas causadas por las fuerzas de la naturaleza, puede afirmarse que por ahora no ha habido bajas causadas por la central nuclear y para prevenir efectos negativos en la salud de la población se procedió a la evacuación. Esto ha sido posible por la abnegada actuación de sus trabajadores, que los han hecho merecedores del Premio Príncipe de Asturias de la Concordia en 2011.

Fuentes: Fundación Príncipe de Asturias, 7 septiembre 2011 y Flash números de abril a septiembre 2011

LOS PILOTOS DE MOTOCICLISMO DEL ASPAR TEAM VISITAN COFRENTES

Héctor Barberá, Nico Terol y Adrián Martín, pilotos del mundial de motociclismo del Aspar Team, han visitado junto a su equipo técnico, de logística y comunicación la central nuclear de Cofrentes, antes de emprender su viaje a Japón para correr el Gran Premio de Motegi el próximo 2 de octubre.

La visita surgió a petición del Aspar Team para que todos sus integrantes pudieran conocer de primera mano cómo funciona una central nuclear, las medidas de seguridad existentes, fundamentos básicos sobre las radiaciones y la situación radiológica en el país nipón

tras el terremoto que provocó daños en la central de Fukushima, situada a unos 125 kilómetros del lugar donde correrán los pilotos.

Acompañados por el Director de la central, Felipe Galán, y por su portavoz Jesús Cruz, los pilotos plantearon sus inquietudes ante el desplazamiento a Japón, recibiendo amplia información sobre la situación radiológica existente en aquel país. Durante la visita se indicó que su viaje no supone ningún riesgo para su salud. Desde Cofrentes indican que "al finalizar la visita, todos los integrantes del equipo manifestaron su tranquilidad y la impor-



El equipo del Aspar en Cofrentes

tancia de haber realizado una visita tan clarificadora y oportuna".

Fuente: Central nuclear de Cofrentes, 20 septiembre 2011

LITUANIA ELIGE A HITACHI-GE COMO SOCIO Y SUMINISTRADOR DE LA CENTRAL DE VISAGINAS

El Gobierno lituano ha propuesto a Hitachi-General Electric como suministrador de la central nuclear de Visaginas, con un reactor de 1.300 MW. La propuesta debe ser refrendada por el Parlamento antes de fin de año.

Lituania necesita esta central para sustituir la de Ignalina, que fue retirada del servicio. En la situación económica actual, el país buscó socios para construir la central, conservando el 34% de la propiedad (ver *Flash* de junio de 2011). Tras una primera etapa en la que la oferta de la coreana Kepco fue retirada, Lituania obtuvo dos nuevas ofer-

tas de Westinghouse, con un PWR de tipo AP-1000, y Hitachi-GE, con un BWR avanzado de tipo ABWR de 1.300 MW. Por el momento se trata de una sola unidad, aunque inicialmente se planificaban dos unidades, con un total de 3.400 MW. La Comisión formada al efecto eligió el 4 de julio la propuesta de Hitachi-General Electric.

No se ha decidido aún la composición de la propiedad del 66% no lituano de la central, pero además de Hitachi-General Electric se sigue considerando la participación de los otros dos Estados bálticos, Estonia y Letonia, y de Polonia,

muy conveniente para la conexión de la red lituana con la europea. Hasta ahora el país estaba conectado solamente con los otros Estados bálticos y con Rusia.

Si no hay retrasos en la aprobación parlamentaria, la construcción empezará en 2014 y la puesta en servicio tendría lugar en 2020. El Gobierno espera que el reactor tenga un coste comprendido entre 3.000 y 5.000 millones de euros.

Fuentes: *Forum Nucléaire Suisse*, 19 julio 2011; *World Nuclear News*, 2 junio y 14 julio 2011; *NucNet*, 13 junio 2011; *Nuclear News Flashes*, 23 junio 2011 y *Nucleonics Week*, 23 junio y 21 julio 2011

SIEMENS ABANDONA EL CAMPO NUCLEAR

Siemens abandonará el negocio del suministro de instalaciones y equipos nucleares, si bien seguirá suministrando equipos convencionales, como turbinas de vapor para su utilización en centrales térmicas o nucleares, según las declaraciones de el Presidente de Siemens, Peter Löscher.

En 2009 Siemens decidió retirarse de la empresa Areva NP, creada en 2001 por Framatome (hoy Areva) y Siemens, con participaciones de 66% y 34%, respectivamente, ejerciendo su derecho, establecido en el acuerdo de accionistas, a vender su parte a Areva. Al mismo tiempo Siemens llegó a un acuerdo de intenciones con la rusa Rosatom para una asociación en el campo nuclear, en competencia internacional con Areva y los demás suministradores. El asunto fue sometido a arbitraje para dictaminar si el propuesto acuerdo de Siemens con Rosatom constituía una infracción del contrato constitutivo de Areva NP. Esta acción se concretó en un fallo del tribunal, dado a conocer el 18 de mayo, por el

El Presidente de Siemens ha anunciado que la compañía deja el negocio nuclear tras la decisión alemana en esta materia.

cual Siemens pagará a Areva una penalidad de 648 millones de euros. Areva ha comprado la participación de Siemens en Areva NP por 1.620 millones de euros. Esta cantidad corresponde a la evaluación realizada por un experto independiente según el procedimiento de arbitraje.

Tras las declaraciones de Löscher, se estima que las relaciones de Siemens con Rosatom excluirán al sector nuclear, aunque podrán continuar en otros campos.

Fuentes: *Nucleonics Week*, 26 mayo y 3 junio 2010; *Nuclear News Flashes*, 15 marzo 2011; *NucNet*, 11 abril y 2 junio 2010 y 11 abril 2011; *Areva*, 19 mayo 2011 y *World Nuclear News*, 31 marzo, 20 mayo y 19 septiembre 2011

BUSHEHR, CONECTADA A LA RED IRANÍ

La central iraní de Bushehr se conectó a la red eléctrica de Irán el 3 de septiembre de 2011, suministrando unos 60 MW. Tras alcanzar la criticidad el 8 de mayo de 2011 tuvieron lugar las pruebas de puesta en servicio. Se estima que la central aumentará la potencia hasta los 1.000 MWe próximamente. El reactor es un VVER construido por Atomstroyexport en el emplazamiento de Bushehr, donde había comenzado la construcción de dos unidades alemanas cuyo contrato fue cancelado en 1979 como consecuencia de la Revolución islámica.

La nueva central está sometida a las salvaguardias del OIEA y el combustible será aportado por Rusia y retirado después de su uso para su disposición en Rusia. La central será inicialmente operada por un consorcio ruso-iraní, para pasar a manos iraníes gradualmente en tres años.

La puesta en marcha se ha retrasado tres meses como consecuencia del hallazgo de virutas y partes sueltas en el reactor, con el combustible ya cargado (ver *Flash* de abril 2011). El combustible fue descargado y limpiado, al igual que el interior de la vasija del reactor y la estructura del núcleo, tras lo cual se volvió a cargar, después de la inspección correspondiente.

Fuentes: *World Nuclear News*, 8 abril, 10 mayo y 5 septiembre 2011, y *Nucleonics Week*, 8 septiembre 2011

AECL CEDE SU DIVISIÓN DE REACTORES CANDU A SNC-LAVALIN

La actividad industrial en el campo de las centrales nucleares canadienses ha pasado a manos privadas tras la cesión de la división de reactores Candu a la empresa de ingeniería y construcción SNC Lavalin por parte de la entidad estatal Atomic Energy of Canada Ltd (AECL), que ha desarrollado este tipo de reactor desde los años 50.

AECL ha seguido desde su creación la línea de los reactores de uranio natural, moderados y refrigerados por agua pesada (Candu es un acrónimo de Canada-deuterio-uranio), y ha construido los 18 reactores de potencia canadienses más otras unidades en Argentina, Corea del Sur, Pakistán, Rumania y China. El Gobierno canadiense ha estimado que la actividad de comercialización, servicios para la prolongación de la vida operativa de las unidades existentes y la construcción de nuevas unidades será más flexible y productiva en manos privadas, con una mayor agilidad en los asuntos financieros. SNC Lavalin pagará por la cesión 15 millones de dólares canadienses y regalías sobre el valor de las ventas de equipos y servicios, mientras que AECL conservará la propiedad intelectual y las responsabilidades adquiridas hasta ahora, así como el resto de actividades de investigación y desarrollo, producción de radisótopos, gestión de residuos y desmantelamiento.

El futuro de la línea Candu, que incluye nuevos modelos como el Candu-6 y el futuro ACR-1000, con refrigeración por agua ligera y características pasivas, pasa por la construcción de nuevas unidades en las provincias de Ontario y Québec y las expectativas de exportaciones a Argentina, Turquía, Jordania y China, además del necesario reequipamiento de las unidades existentes para la prolongación de su vida útil.

SNC-Lavalin es una empresa basada en Montreal, con filiales y oficinas en 35 países, y llevará a cabo su actividad nuclear por medio de su nueva filial Candu Energy.

Fuentes: *NucNet*, 24 noviembre 2010 y 30 junio 2011, *World Nuclear News*, 30 junio 2011 y *Nucleonics Week*, 7 julio 2011

INDIA RECONSIDERA SUS PLANES NUCLEARES

Las autoridades indias apoyan los planes de expansión nuclear que apuntan a unos 20.000 MW nucleares en 2020 y hasta 60.000 MW en 2032, con una fuerte proporción de reactores de tecnología importada, de agua ligera, y un futuro en el que se utilizarán reactores reproductores, tanto de uranio como de torio. Recientemente el Gobierno ha anunciado una nueva ley de Seguridad Nuclear con la creación de un organismo regulador independiente y la invitación a misiones OSART del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Queda aún pendiente el conflicto que presenta la Ley de Responsabilidad Civil, que permite recursos contra los proveedores.

El Gobierno indio está reconsiderando algunos aspectos de sus planes nucleares, después de los sucesos de Fukushima. Los 19 reactores existentes ya habían sido sometidos a revisiones de seguridad. Una nueva revisión por comités de la Nuclear Power Corp. of India, ha determinado la capacidad de las centrales para hacer frente a situaciones fuera de la base de diseño y ha recomendado medidas para incrementar la seguridad, incluyendo sistemas mejorados para detección de terremotos y paradas automáticas, revisión de procedimientos de emergencia, entrenamiento del personal, y edificios robustos y herméticos para albergar los sistemas de suministro eléctrico de emergencia.

No se ha determinado aún si las revisiones van a afectar a los emplazamientos elegidos para las nuevas centrales de importación. Algunos de los nuevos emplazamientos pueden presentar problemas sísmicos, particularmente el de Jaitapur, destinado para reactores EPR, donde el 18 de abril hubo violentas protestas. El Gobierno de Bengala Occidental recientemente desaprobó la construcción de seis unidades rusas en Haripur.

Por otra parte, el Grupo de Suministradores Nucleares (NSG) ha decidido prohibir la transferencia de equipos y tecnología de enriquecimiento y reproceso a países que no hayan firmado el Tratado de No Proliferación, como es el caso de India. Aunque India podría llevar adelante su programa reprocesando sus combustibles en el extranjero, el país ve esta decisión como un importante golpe adverso que puede afectar su política de importaciones e incluso sus planes de expansión nuclear.

Fuentes: *Nucleonics Week*, 21 abril, 14 y 24 julio y 25 agosto 2011, *World Nuclear News*, 27 abril y 26 julio 2011 y *NucNet*, 9 mayo 2011

RECOMIENDAN EL DESARROLLO DE ALMACENES TEMPORALES Y DEFINITIVOS EN EEUU

La Comisión de Alto Nivel (*Blue Ribbon Commission*) sobre el futuro nuclear de Estados Unidos, creada por la Administración Obama, ha entregado su borrador de informe al Secretario del Departamento de Energía (DOE), Stephen Chu. El informe considera esencial que la gestión del combustible usado y los residuos radiactivos de alta actividad pasen íntegramente a un nuevo organismo independiente del DOE, y estima urgente el desarrollo de uno o más repositorios geológicos profundos. Las conclusiones siguen las recomendaciones de dos comités creados al efecto (ver *Flash* de julio 2011).

El nuevo organismo debería establecer un plan para la gestión de los combustibles nucleares usados y residuos de alta actividad, con calendarios precisos, y tener la autoridad necesaria para asegurar el cumplimiento de los programas. Para

La Comisión de Alto Nivel sobre el futuro nuclear en EEUU ha recomendado a este país que construya dos almacenes geológicos profundos

ello debería disponer del Fondo para Residuos Nucleares al que los productores nucleares aportan tasas y que hoy cuenta con unos 16.000 millones de euros, y estar sometido al control parlamentario y de las agencias gubernamentales competentes.

La Comisión no entra a juzgar si la decisión de abandonar el programa de Yucca Mountain es o no acertada, pero sostiene que es urgente construir uno o dos repositorios profundos, además de una suficiente capacidad de almacenamiento temporal centralizado que permita

retirar mientras tanto los combustibles usados de las centrales, que son objeto de transacciones onerosas y litigios por el incumplimiento de su retirada por el DOE. En los años venideros debería decidirse, por otra parte, la clase de ciclo del combustible nuclear (abierto o cerrado) que debería adoptarse a largo plazo, pero los repositorios serán necesarios en todo caso, sea para residuos de alta actividad y larga vida o sea también para combustibles usados.

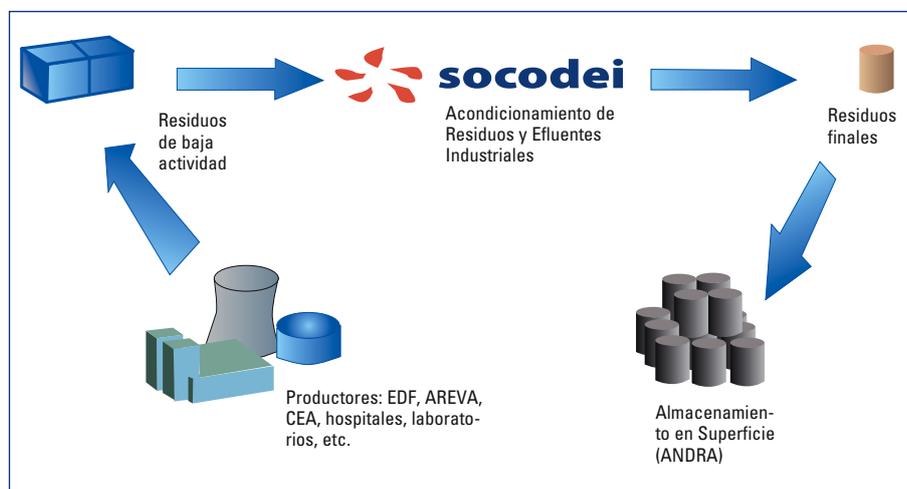
En este mismo sentido ya se ha presentado en el Comité de Energía y Recursos Naturales del Senado una propuesta, con el apoyo de los dos partidos, para crear dos almacenes temporales en comunidades candidatas.

Fuentes: *Nuclear News Flashes*, 1 julio 2011; *Nucleonics Week*, 2 agosto 2011 y *NucNet*, 2 agosto 2011

SIN FUGAS RADIATIVAS EN ACCIDENTE OCURRIDO EN UN CENTRO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS EN FRANCIA

Una explosión, con una baja mortal, tuvo lugar el 12 de septiembre en el Centro francés de tratamiento y acondicionamiento de residuos de baja actividad (Centraco), operado por la empresa Socodei, filial de Electricité de France. El centro está situado junto al establecimiento nuclear de Marcoule, en el sureste de Francia, y se dedica desde 1999 a tratar residuos sólidos y líquidos de baja o muy baja actividad procedentes de centrales nucleares, laboratorios, hospitales e industrias, con objeto de incinerarlos o acondicionarlos para su transporte a instalaciones de almacenamiento o disposición final, de la empresa francesa Andra o, en su caso, de los países productores.

La explosión, seguida de incendio, ocurrió en un horno eléctrico destinado a fundir piezas metálicas ligeramente contaminadas para formar lingotes que se transportan después, debidamente protegidos. Se investiga la causa del accidente, posiblemente originado por un mal funcionamiento del horno o por la presencia de alguna sustancia líquida contenida en la chatarra tratada. Un operario resultó carbonizado y otros cuatro heridos, uno de



Esquema del tratamiento de residuos de baja actividad en Centraco (Foto: Socodei.fr)

ellos grave. Ninguno de ellos resultó contaminado. El edificio no ha sufrido daños ni se ha liberado radiactividad al medio ambiente.

El establecimiento de Marcoule, que opera desde los años 50, contiene instalaciones nucleares diversas que incluyen varios reactores plutonígenos cerrados hace tiempo, el reactor rápido prototipo Phénix, también fuera de servicio y la fábrica

de combustibles MOX de Areva, además de varios laboratorios de investigación. Centraco no pertenece al establecimiento, aunque está controlado por él en el aspecto radiológico. Después de varias intervenciones del organismo regulador francés, ASN, la operación de Centraco había alcanzado en 2010 el nivel de seguridad adecuado.

Fuentes: ASN y Centraco, 12 septiembre 2011

PAGO ESTATAL EN EEUU POR INCUMPLIR LA RETIRADA DE COMBUSTIBLES USADOS

El Departamento de Energía de EEUU (DOE), enfrentado a reclamaciones legales por incumplimiento de su obligación de retirar desde 1998 combustibles usados y residuos de alta actividad de centrales y otras instalaciones nucleares, va llegando a acuerdos de indemnización con los titulares, pero hay aún litigios pendientes. El programa de retirada ha sufrido fuertes retrasos que han obligado a los titulares de las instalaciones a almacenar estos elementos en las propias instalaciones, en piscinas o en contenedores en seco. En la actualidad, después de la cancelación por el DOE del proyecto de instalación del repositorio profundo de Yucca Mountain, no hay un calendario para tales retiradas y los titulares siguen contribuyendo al fondo creado para este fin, lo que puede dar lugar a nuevos litigios.



Central nuclear Prairie Island (Foto: Pete Howell)

La empresa Xcel Energy, titular de las centrales de Prairie Island (dos PWR de 560 MW) y Monticello (un BWR de 572 MW), ambas en Minnesota, recibirá ahora 100 millones de dólares por el retraso en la retirada de los combustibles desde 1998 hasta 2008, más otros

100 millones, pagaderos durante los dos próximos años, para cubrir su obligación desde 2009 hasta 2013. Después de esta fecha podría reiniciarse el proceso. Xcel ha anunciado que destinará las cantidades percibidas a compensar a sus usuarios por los aumentos que han experimentados sus tarifas por este concepto.

Por su parte, la empresa Consumers Energy recibirá unos 120 millones de dólares por los sobrecostes incurridos por el incumplimiento de retirada por el DOE de combustibles usados en las centrales de Big Rock Point (un BWR de 67 MW, en Michigan, hoy desmantelada, y Palisades (un PWR de 778 MW), en operación en el mismo estado y hoy propiedad de la empresa Entergy.

Por el contrario, la empresa Energy Northwest, después de un largo proceso legal, ha logrado un fallo favorable del tribunal federal de recursos que le otorga 47,8 millones de dólares para compensar los daños y perjuicios causados por la no retirada de los combustibles de la central de Columbia (un BWR de 1131 MW).

El DOE ha llegado ya a acuerdos relativos a 17 demandas que afectan a 44 reactores. El coste para el DOE de todas estas obligaciones puede llegar a miles de millones. El fondo acumulado por las tasas pagadas por los titulares hasta ahora asciende a 24.000 millones de dólares.

Fuentes: *World Nuclear News*, 11 julio 2011; *Nuclear Energy Overview* 8 -14 julio 2011 y *Nuclear News Flashes*, 8 y 18 julio 2011

EL FUTURO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR EN FRANCIA

Las opciones del ciclo del combustible nuclear son numerosas para completar sistemas nucleares duraderos con reciclado de los materiales fisiónables y fértiles.

El parque nacional francés (58 reactores) opera según un ciclo cerrado, en el que 8.000 toneladas al año de uranio natural producen 1.000 toneladas de uranio enriquecido en forma de óxido, dejando 7.000 toneladas de uranio empobrecido. Las 1.000 toneladas cargadas cada año en reactores se convierten, después de descargadas, en materiales que se utilizan del siguiente modo:

- Plutonio, unas 10 toneladas, que, añadidas a uranio natural o empobrecido, se convierten en unas 100 toneladas de nuevo combustible MOX para su utilización en reactores térmicos.
- Uranio recuperado, unas 950 toneladas. Si se vuelven a enriquecer pueden dar lugar a 150 nuevas toneladas de combustible enriquecido (URE) y 800 toneladas de uranio empobrecido.
- Resto de productos de fisión y actínidos menores, unas 40 toneladas al año, que hoy en día son almacenadas en espera de su posterior tratamiento y almacenamiento definitivo.

El futuro a largo plazo de la energía nuclear como productora de electricidad está ligado a la utilización completa de los combustibles nucleares, ahora del uranio y sus derivados, y en el futuro también del torio. Lo que sigue se refiere al ciclo del uranio-plutonio. Los reactores de agua ligera no sirven por sí solos para obtener un desarrollo sostenible a muy largo plazo. Por ello habrá que desarrollar reactores reproductores rápidos, que ahora se incluyen entre los reactores de cuarta generación.

Con un sistema de reactores rápidos puede obtenerse un estado estacionario de producción de 400 teravatios hora al año (400 TWh/año), con el reciclado de unas 450 toneladas de combustible (20% de plutonio y 80% de uranio), una alimentación de 40 toneladas (t) de uranio empobrecido, producción de 40 t de residuos a desechar en forma vitrificada y recirculación y transmutación de 4 t de actínidos menores (neptunio, americio, curio). Este concepto está en desarrollo en varios países. En Francia se desarrolla el prototipo Astrid, que es parte de las iniciativas nucleares europeas.

Los problemas de la radiotoxicidad de los productos finales y, en consecuencia, del calor residual, ligados ambos en la gestión de los residuos, dependen principalmente de los actínidos menores. Reciclando americio y curio se reduce en dos órdenes de magnitud la radiotoxicidad de los residuos finales en los periodos entre 1.000 y 10.000 años, y el reciclado de americio y un depósito temporal de unos 100 años antes de la disposición final reduciría cinco veces el volumen de residuos a almacenar.

Las cuestiones a resolver para un futuro más lejano dependen de las tecnologías a seguir y de su mejoría posible. Los procesos más estudiados se derivan del proceso PUREX, utilizado comercialmente para separar el plutonio y fabricar el combustible. La separación de los actínidos menores se ha estudiado mediante el proceso GANEX de separación total de Pu, Np, Am y Cm, la combinación de los procesos COEX (U, Pu y Np) y SANEX (Am y Cm) y la separación de americio por el proceso EXA.

Otros posibles procesos, como los tratamientos pirometalúrgicos a altas temperaturas, están menos desarrollados.

Fuente: *Revue Générale Nucléaire*, nº 5

RESULTADOS DE UN ESTUDIO SOBRE REACTORES Y CÁNCER INFANTIL EN SUIZA

Los resultados de un estudio sobre el cáncer juvenil y los niños nacidos cerca de las centrales nucleares en Suiza han sido publicados en el *International Journal of Epidemiology* y demuestran que no hay evidencia de un aumento de cáncer.

El estudio fue realizado por la Universidad de Berna entre septiembre 2008 y diciembre 2010 por encargo de las autoridades médicas suizas y se refirió a 1,3 millones de niños entre 0 y 15 años, comparando los datos de niños nacidos a menos de 5 km, entre 5 y 10 km y entre 10 y 15 km de centrales nucleares con datos de niños nacidos a mayor distancia.

Los investigadores hallaron que, de hecho, en la zona de 5 km habían encontrado 8 casos, en lugar de los 6,8 esperados. En la zona de 5-10 km habían encontrado 12 casos, en vez de los 20,3 previstos

y en la zona de 10 a 15 km habían hallado 31 casos, en lugar de los 28,3 previstos.

Ni por los casos hallados, ni utilizando los estudios anejos, se encontró evidencia alguna de riesgos de leucemia u otras formas de cáncer juvenil por vivir cerca de las centrales nucleares.

En Suiza hay cinco reactores nucleares (Beznau 1 y 2, Mühleberg, Gösgen y Leibstadt). Alrededor del 1% de la población vive a menos de 5 km de un reactor y el 10% vive dentro de los 15 km.

El informe de la Universidad de Berna señala que en la vecindad de los reactores la exposición a la radiación es superior a la natural en menos de 0,01 milisievert anuales.

Fuente: *World Nuclear News*, 14 julio 2011

ESFUERZOS PARA MITIGAR LOS GRAVES EFECTOS DE LAS RADIACIONES

Aparte del yoduro potásico, utilizado para mitigar el cáncer de tiroides en irradiaciones graves, la industria farmacéutica no ha preparado sustancias o medicamentos que reduzcan los efectos sobre la salud de las irradiaciones intensas.

En los últimos cinco años, algunas empresas norteamericanas han comenzado a preparar sustancias que están siendo ensayadas. Esto se hace, a diferencia de algunos ensayos biológicos para los programas de biodefensa, por la mayor complejidad de los efectos de la radiación y por los éxitos en la lucha contra las enfermedades por los tratamientos quimiofarmacéuticos.

Las exposiciones a las irradiaciones muy intensas producen enfermedades serias y en muchos casos la muerte, por sus efectos sobre la médula espinal y el tracto gastrointestinal, en ambos casos por generar radicales libres que dañan el ADN de las células y son el origen de su autodestrucción.

Los investigadores tratan de atajar estas posibilidades. La empresa norteamericana Cleveland Biolab está ensayando el fármaco CBLB 502, un fragmento modificado del flagelo de *Salmonella*, que engaña a las células simulando que se trata de una infección por *Salmonella* y haciéndolas producir el factor nuclear κ B (kappa B), una proteína que favorece el bloqueo de procesos de autodestrucción. En ratones y monos, esta sustancia funciona hasta 48 horas antes de la exposición. Al parecer, reduce los radicales libres limitando los daños al ADN. Esto se ha comprobado con 150 humanos en que los granulocitos y la interleucina-6 han aumentado.

Otro fármaco, desarrollado por Onconova, es un profiláctico contra los efectos de la radiación, produciendo mejoras en células que han recibido daños en su ADN. Cuando estos daños pueden causar la muerte, los ratones muestran un 88% de probabilidad de seguir viviendo 30 días después de la irradiación.

No obstante, en opinión de algunos especialistas en protección radiológica, reducir el problema a los síndromes de la médula espinal y del tracto gastrointestinal es una simplificación del complejo problema de la mortalidad por la radiación.

Fuente: *Science*, 25 marzo 2011

INQUIETUD SOBRE LA PRODUCCIÓN DE COBALTO-60

En el mercado de radisótopos es importante el cobalto-60, empleado normalmente, entre otras aplicaciones, en la esterilización de equipos y productos médicos y en la conservación de alimentos.



Central nuclear de Clinton (Foto: Exelon)

El cobalto-60 se obtiene por irradiación con neutrones del cobalto-59 contenido en barras insertadas en elementos combustibles modificados, que se introducen en reactores de investigación.

Actualmente se estudia prepararlo en reactores de centrales nucleares, las de Clinton y Hope Creek, ambas de agua en ebullición, así como en las instalaciones de otros países.

Fuentes: *Nuclear Energy Overview*, 8-14 octubre 2010; *Hanaro*, 31 julio 2011

PARTÍCULAS ALFA PARA EL TRATAMIENTO DEL MELANOMA DISEMINADO

El melanoma es un cáncer muy heterogéneo y resistente, lo que dificulta su tratamiento. Es también extremadamente invasivo. Se disemina por medio del sistema linfático y los vasos sanguíneos lo llevan a distancias próximas y distantes.

Las lesiones primarias se contagian desde su iniciación y los pacientes son portadores de lesiones secundarias. Por ello, su tratamiento debe comenzar tras la eliminación del tumor primario cuando la enfermedad está en sus momentos iniciales de desarrollo.

Los datos experimentales demuestran que las partículas alfa tienen una eficacia 100 veces mayor para atacar los melanomas que otros métodos

El tratamiento debe ser muy selectivo, letal para el cáncer sea cual fuere su estado o condición y no tóxico para órganos normales o con efectos temporales limitados.

Los melanomas son corrientemente pigmentados y la melanina debe ser el blanco del tratamiento. El azul de metileno (AM) tiene una gran afinidad para la melanina y penetra fácilmente en las células del melanoma con el que forma un complejo estable. Aunque el AM no es tóxico para el melanoma, sirve de portador de los compuestos que incorporan un radisótomo que ataca al tumor sin afectar a los tejidos sanos.

Se han empleado radionucleidos para reducir los efectos del melanoma a menos del 4% por asociación del AM con azufre-35, yodo-125 y ástato-211, es decir, con emisores beta, y emisores de electrones Auger / gammas y de partículas alfa. Los resultados obtenidos en becquerelios por célula son, respectivamente, $1,5 \times 10^{-2}$, $1,4 \times 10^{-2}$ y $2,5 \times 10^{-4}$, comprobándose que el ástato-211 da los mejores beneficios por la gran confluencia de vida útil, tamaño de partículas y, sobre todo, de su elevada transferencia de energía (LET).

Los datos experimentales sobre la elevada radiotoxicidad de las partículas alfa, previsible en este caso, han demostrado que su eficacia es 100 veces mayor al atacar los melanomas que otras energías de menor LET, y que los cambios en órganos no pigmentados son semejantes en lo que se refiere al tiroides, de afinidad semejante al ástato, y a algunos ganglios de la zona afectada.

La protección del cerebro está asegurada en cuanto a la entrada del AM complejo con la tolerancia hacia altas dosis de radiación ionizante de unos 50 gray. Los efectos sobre otros efectos menores como son la visión o color de los ojos han sido demostrados en animales durante periodos de algunos años.

Fuente: *Revue Générale Nucléaire*, nº 6

LA EXPLORACIÓN ESPACIAL Y SU LEGISLACIÓN

El centro de gravedad de la exploración espacial parece haber cambiado. Así como en muchos países esta investigación depende del Estado, en EEUU con el lanzamiento del último *Explorer* y el viaje a la Luna en 1976 parecen haber concluido las misiones estatales al espacio. Desde entonces los 10 millones de dólares del Premio Ansari X no consiguieron reanudar los viajes espaciales. Queda ahora el premio Lunar X de 20 millones de dólares, ofrecido por Google para abrir el espacio a cualquier inversor, ya que existen los medios tecnológicos para ello.

Si se vencen las dificultades de todo tipo para poder abordar esta difícil aventura, habrá que pensar en los derechos y deberes que tendrán los que se lancen a estas exploraciones. Hasta ahora el Tratado del Espacio Exterior de 1967 había resuelto muchas de las cuestiones planteadas, pero hay opiniones acerca de la necesidad de un examen más detenido de las posibles situaciones futuras.

Aún incluso en la situación actual, el Tratado establece que nadie puede tener propiedad de ninguna parte de la Luna. Sin embargo, por otra parte el Tratado permite la explotación de sus recursos "sin interferencias", y afirma que cualquier parte del equipo que llegue a la Luna será "una propiedad privada a perpetuidad".

Con la existencia de 29 empresas en condiciones de competir para llegar a la Luna, es evidente que habrán de definirse más claramente los derechos y obligaciones.

Una de las cuestiones más importantes se refiere a la esterilización para evitar la transferencia de contaminantes. El Tratado de 1967 no lo menciona, porque supone que continúa la situación de entonces en que la responsabilidad descansaba en los gobiernos. La situación, si se abre la posibilidad de la exploración por parte de otras organizaciones, debe ser aclarada. Este aspecto y otros muchos deben tenerse en cuenta.

Fuente: *New Scientist*, 5 marzo 2011

Publicación



Aplicación del Código Internacional de Dosimetría en Radiología de Diagnóstico (TRS 457).

Revisión de los Resultados de los Ensayos. Informe nº 4 del OIEA sobre Salud Humana.

Esta publicación complementa el documento TRS 457, detallando su utilización tanto en laboratorios de medidas como en la física médica clínica.

Socios FORO NUCLEAR

AEC - AMAC - ANGI - AREVA - 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 - ETSI INDUSTRIALES DE BARCELONA - ETSI INDUSTRIALES DE BILBAO - ETSI INDUSTRIALES DE MADRID - ETSI INDUSTRIALES DE LA UNED - ETSI INDUSTRIALES DE VALENCIA - 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 - KONECRANES AUSIÓ - NUCLENOR - OFICEMEN - PROINSA - SENER - SEOPAN - SERCOBE - SIEMSA - TAMOIN POWER SERVICES - TECNATOM - TECNIBERIA - TÉCNICAS REUNIDAS - UNESA - UNESID - WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN - WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES