

Ohi será la primera central japonesa en reanudar su funcionamiento



Representantes de organismos reguladores mundiales tratan en Madrid los nuevos retos en la comunicación al público



La Comisión Europea firma junto con ENSREG un documento conjunto donde valoran los trabajos realizados durante las pruebas de estrés

EL FUTURO NUCLEAR DEPENDE DE LA INFORMACIÓN AL PÚBLICO

La aceptación del público es crucial para el futuro de la energía nuclear. Como se ha demostrado tras el accidente de Fukushima, es necesario reforzar la comunicación de los organismos reguladores e instituciones internacionales, especialmente en momentos de crisis. La información tiene que ser consistente, objetiva y rigurosa, y ser elaborada puntualmente por instituciones independientes y creíbles, reconocidas como tales por el público en base a su ejecutoria comprobada.

Estas son las conclusiones debatidas en un Encuentro internacional organizado por la Agencia de Energía Nuclear (NEA) de la OCDE, celebrado en Madrid los días 9 y 10 de mayo, en colaboración con el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

Los participantes destacaron que en sucesos de importancia global la información tiene que estructurarse de forma coordinada y comprensible para los medios de comunicación y el público internacional, tanto por el uso de los idiomas como por la claridad para que sea entendida por personas no expertas. No debe ignorarse que la percepción pública sobre temas nucleares está basada en ocasiones en emociones, prejuicios e informaciones erróneas.

El Director General de la NEA, el español Luis Echávarri, destacó que el accidente de Fukushima ha demostrado la dificultad que tiene el público de entender conceptos como la radiación y sus implicaciones, por lo que es necesario explicar de forma clara y sencilla su naturaleza y riesgos reales. En todo caso hay que reconocer, como indicó la Presidenta del CSN, Carmen Martínez Ten, que después de Fukushima se ha avanzado mucho en la identificación de mejoras necesarias en la comunicación nuclear; hay que conservar el impulso dado en este asunto, sin caer en la complacencia.

Fuente: NEA, 11 mayo 2012; CSN, 9 y 10 mayo 2012 y NucNet, 10 mayo 2012



Apertura del encuentro *Crisis Communication. Facing the Challenges* (Foto: CSN)

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ESTRÉS EN LAS CENTRALES NUCLEARES EUROPEAS

Las pruebas de estrés efectuadas en Europa para comprobar la seguridad de las centrales nucleares ante sucesos naturales extremos como el de Fukushima, y acordar medidas para incrementar los márgenes de seguridad, han concluido con la revisión inter pares llevada a cabo por más de 70 expertos de los 24 países europeos participantes, observadores de varios países no europeos, y expertos del Organismo Internacional de Energía Atómica.

El equipo de expertos ha analizado en profundidad los informes presentados por los organismos reguladores nacionales de los 15 países de la UE en donde existen centrales nucleares, más Suiza y Ucrania, basados a su vez en los informes preparados por los titu-

lares de las centrales, siguiendo los requisitos definidos por el Grupo Europeo de Reguladores de Seguridad Nuclear (ENSREG). El análisis ha cubierto, para cada país, tres temas genéricos: la evaluación de riesgos debidos a sucesos externos, la pérdida de sistemas de seguridad y la gestión en caso de accidentes severos. Se han efectuado visitas del Grupo de expertos a cada país para resolver cuestiones planteadas durante el análisis y obtener nueva información de los titulares y de los reguladores nacionales. Se han visitado 38 reactores de los 147 existentes en los 17 países. Con toda la información recibida, el Grupo de expertos ha elabo-

rado su informe final, entregado a la Comisión Europea y ENSREG. El informe se presentó públicamente en Bruselas el 8 de mayo y se enviará al Consejo Europeo en junio de 2012. El proceso ha sido totalmente transparente y los informes correspondientes a cada país son públicos. Sólo se han mantenido confidenciales, por razones de seguridad, los estudios de consecuencias de actos malevolentes, incluidos ataques aéreos.

La revisión final revela que todos los países han tomado medidas significativas para mejorar la seguridad de sus centrales, con diversos grados de implantación. Todas las medidas son básicamente coincidentes en cuanto a la identificación de puntos fuertes y débiles

y caminos para incrementar la robustez, aunque existen diferencias en la metodología. Se ha decidido o se está considerando la incorporación de equipos móviles para impedir o mitigar accidentes severos, la instalación de equipos fijos reforzados y las mejoras en la gestión de accidentes severos, incluyendo un mayor adiestramiento de los equipos humanos.

Los expertos han identificado, además, cuatro áreas de mejora a nivel europeo:

- Que la Asociación de Reguladores Nucleares de Europa Occidental (WENRA) desarrolle Guías para la evaluación consistente de riesgos naturales, incluyendo terremotos, inundaciones y condiciones atmosféricas extremas, así como para la evaluación de los márgenes por encima de las bases de diseño y factores menores que puedan desencadenar accidentes inevitables (los llamados "efectos de corte abrupto").

La Comisión Europea y ENSREG afirman que las pruebas de estrés y las revisiones inter pares han constituido un análisis riguroso de la seguridad de las centrales

- Que ENSREG insista en la importancia de la ejecución de revisiones periódicas de seguridad, incluyendo la reevaluación de riesgos naturales y medidas asociadas, al menos cada diez años.
- Que se conceda la máxima importancia a las medidas para asegurar la integridad de la contención de los reactores, como barrera final para la protección del público y del ambiente contra riesgos radiológicos en caso de accidente.
- Reforzar el principio de defensa en profundidad frente a accidentes resultantes de desastres naturales, para lo que deben considerarse edificios exteriores reforzados para los sistemas de seguridad,

instrumentación y comunicaciones, equipos móviles protegidos, centros locales de respuesta reforzados y disposición de centros de respuesta regionales o nacionales con los medios necesarios para prestar ayuda rápida en caso necesario.

Para alcanzar estos resultados, la Comisión Europea y ENSREG han acordado proponer un plan de acción a nivel nacional, europeo y global que incluya la implantación de las recomendaciones de la revisión inter pares, la ejecución del plan de acciones del OIEA en materia de seguridad, la puesta en práctica de las decisiones de la reunión extraordinaria de la Convención de Seguridad Nuclear que se celebrará en agosto y la realización de visitas adicionales a los emplazamientos según se acuerde.

Fuentes: ENSREG y Comisión Europea, 26 abril 2012; Peer Review Report, ENSREG; World Nuclear News, 27 abril 2012; Nucleonics Week, 10 mayo 2012; Foratom, 27 abril 2012 y Nuclear Energy Overview, 27 abril – 3 mayo 2012

EL PARQUE NUCLEAR JAPONÉS Y LA POSIBLE PUESTA EN MARCHA DE OHI

El Forum Atómico Industrial japonés (JAIF) ha anunciado que la corporación municipal de Ohi, en la prefectura de Fukui, ha dado su aprobación para la puesta en marcha de las unidades Ohi-3 y 4, de 1.127 MW cada una, que estaban paradas para recarga de combustible y comprobaciones de seguridad, tras el accidente de Fukushima. Esta aprobación era necesaria después de que la Agencia de Seguridad Nuclear e Industrial japonesa (NISA) diera su aprobación en abril tras dos rondas de evaluación, teniendo en cuenta los resultados de las pruebas de estrés empleadas y las revisiones del Comité de Verificación e Investigación japonés para Fukushima-Daiichi.

Las pruebas de estrés efectuadas en Japón han demostrado que Ohi-3 y 4 pueden resistir un terremoto con una aceleración un 80% superior a la contemplada en el diseño, y un tsunami cuatro veces superior. Los reactores pueden refrigerarse 16 días en caso de pérdida de suministro eléctrico exterior, y la piscina de combustible usado 10 días. Ohi será la primera central japonesa en reanudar su funcionamiento, si bien las prefecturas colindantes piden que se les consulte previamente. No se ha anunciado cuándo se espera la puesta en marcha.

La situación eléctrica de Japón es hoy muy comprometida de cara a la demanda del verano y es posible que sean necesarias medidas de restricción en los sectores doméstico e industrial, afectados por la parada total del parque nuclear compuesto por 50 unidades, que no han sido autorizadas a reanudar su operación, tras las paradas de recarga, hasta que se completen las pruebas de estrés. La última central en operación, Tomari-3, paró el 5 de mayo, como estaba previsto.

La situación del suministro eléctrico en Japón, con sus reactores de momento parados, puede agravarse con la llegada del verano

Japón estudia reducir su dependencia nuclear y está planteando un importante debate sobre este tema. La industria considera difícil que pueda soportarse una reducción de la producción nuclear de 30% del total en la actualidad hasta 15% en 2030. La reacción pública influye en que la política futura contemple un aumento de las energías renovables, y una disminución de la nuclear, pero no se cree que se pueda llegar al 50% de renovables para 2030, como han propuesto diversos sectores. La industria propone una cesta para 2030 de 25% nuclear, 25% renovables y 35% fósil. Aunque los planes anteriores preveían la construcción de 14 reactores nuevos, se plantean ahora cuatro escenarios, que van desde construir 6 unidades nuevas, pero con 10 años de retraso, hasta cerrar todo el parque para 2030. El escenario preferido es el de terminar sólo dos unidades nuevas y mantener el parque actual.

Según la industria, el despliegue sustitutivo de renovables, basado en el modelo alemán, es muy difícil en Japón, dado su aislamiento geográfico. El escenario del cierre total implicaría un coste de más de 150.000 millones de euros. Esto plantearía un golpe muy importante para la competitividad de la industria e impondría, además, un gran aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Fuentes: Nucleonics Week, 14 marzo y 5, 12 y 26 abril 2012; NucNet, 10, 16 y 18 abril y 14 mayo 2012; Nuclear News Flashes, 13 marzo y 13, 16 y 20 abril 2012; JAIF-Earthquake Report, 9 y 13 abril 2012 y World Nuclear News, 26 y 28 marzo y 10 abril 2012

LAS NUEVAS CENTRALES EN EEUU

La previsión de expansión nuclear en Estados Unidos, que dio lugar hace unos años a un número de solicitudes de autorizaciones combinadas de construcción y operación a la Comisión Reguladora Nuclear (NRC), ha evolucionado como consecuencia de la incertidumbre de las previsiones de demanda, los bajos precios del gas natural de esquistos bituminosos y las dificultades de financiación derivadas de la crisis económica.

No obstante, la actividad nuclear es considerable y se han tomado decisiones importantes en la certificación de diseños de reactores de nueva generación y en las autorizaciones de nuevas construcciones. Esta publicación ha glosado estos acontecimientos durante los últimos meses. A continuación, se resumen las últimas noticias de las nuevas centrales:

– La central de Watts Bar-2, de Tennessee Valley Authority (TVA), completará su construcción a finales de 2015, dos años después de lo previsto en agosto de 2011 y con un presupuesto incrementado en unos 1.500 millones de euros, según anunció el Consejo de Administración de TVA el 26 de abril de 2012. La construcción de esta unidad, un PWR de 1.150 MW, comenzó en 1973, pero estuvo paralizada desde 1985 hasta 2007, cuando se decidió continuar.

– TVA ha decidido continuar también la construcción de otra unidad paralizada, Bellefonte-1, pero no empezarán los trabajos hasta que comience la carga de combustible en Watts Bar-2.

– La empresa Southern Nuclear, que recientemente recibió las autorizaciones combinadas (COL), comenzará oficialmente la construcción de la central de Vogtle, este verano, cuando lleve a cabo el hormigonado de la losa del reactor. Las dos unidades, de tipo AP-1000 de Westinghouse, entrarán en servicio en 2016 y 2017.

– Un proceso parecido será el experimentado por la central V.C. Summer, de South Carolina Electric and Gas y Santee Cooper, con otras dos unidades AP-1000 cuya construcción comenzará también este año, para entrar en servicio en 2017 y 2018.



Trabajadores en Watts Bar (Foto: TVA)

Todas estas unidades están situadas en estados en los que las tarifas eléctricas están reguladas. No se ha llegado aún a acuerdos definitivos sobre la concesión de avales por el Departamento de Energía, pero los titulares financiarán en cualquier caso la construcción por sus propios medios.

– Dominion Virginia Power, explotador de dos unidades PWR de 1.000 MW en North Anna, Virginia, que ha seleccionado una unidad de tipo US-APWR de 1.500 MW de Mitsubishi para el mismo emplazamiento, ha retrasado su decisión al menos hasta 2015, pero confirma su interés por disponer de la unidad antes de 2030, cuando habrán de retirarse del servicio las cuatro unidades que posee en Virginia. El diseño del US-APWR se espera sea certificado en 2015, y la COL concedida el mismo año.

– Por su parte, Progress Energy ha retrasado sus planes para construir dos unidades de tipo AP-1000 de Westinghouse en un nuevo emplazamiento en Levy County, en Florida. El retraso será de tres años, y la puesta en servicio está prevista para 2024 y 2025. El permiso ambiental ha sido concedido recientemente y la COL se espera para 2013.

Fuentes: *Nucleonics Week*, 26 enero y 3 mayo 2012; *Nuclear News Flashes*, 26 y 27 abril y 1 mayo 2012; *Nuclear Energy Overview*, 27 abril y 3 mayo 2012 y *World Nuclear News*, 27 abril y 20 mayo 2012

RUSIA Y CHINA COOPERARÁN EN LAS CENTRALES NUCLEARES FLOTANTES

La primera central nuclear flotante rusa, en el barco *Akademik Lomonosov*, equipado con dos reactores KLT-40S de 35 MW, análogos a los usados para la propulsión de los rompehielos rusos, será entregada próximamente y remolcada a su destino, la ciudad de Vilyuchinsk, en la Siberia Oriental (ver *Flash* de octubre 2010).

La construcción ha sufrido un importante retraso a causa de un conflicto legal: el astillero Baltiysky Zavod, que construyó la barcaza e instaló los equipos no nucleares, se ha visto envuelto en un proceso de suspensión de pagos de su empresa propietaria, y Rosatom, el titular de la central flotante, ha obtenido de un tribunal de arbitraje que asuma temporalmente la posesión del barco, para impedir que pueda ser considerado como un activo del astillero y embargado en una decisión final. A finales de 2011 se llegó a un acuerdo de pagos y continuó la construcción.

Rosatom ha decidido continuar su programa para construir cinco centrales más de este tipo. Para ello, ha llegado a un acuerdo

con el fabricante mecánico Kirov Factory, al que subcontratará la construcción de las barcasas, la fabricación de las turbinas y el resto del equipo no nuclear, por medio de su filial Kirov Energomash. Las instalaciones portuarias sobre el río Vyatka y los talleres para la fabricación serán acondicionados en 2012 y la segunda central comenzará a construirse el año próximo. Se espera que el coste de cada central sea menor que los más de 500 millones de dólares del *Akademik Lomonosov*, primero de la serie.

Mientras tanto, Rusia y China han ampliado sus acuerdos nucleares para incluir centrales flotantes, utilizando el modelo ruso, para el servicio de localidades chinas remotas. Más adelante, China estudia la construcción de buques grandes de carga propulsados por reactores del mismo tipo, para el transporte punto a punto de cargas pesadas tales como minerales.

Fuentes: *Nucleonics Week*, 1 septiembre 2011 y *World Nuclear News*, 25 noviembre y 8 diciembre 2011

ESTADO DE LAS CERTIFICACIONES DEL EPR Y EL ESBWR EN EEUU

El diseño del Economic Simplified Boiling Water Reactor (ESBWR) de General Electric-Hitachi (GEH), un reactor de agua en ebullición de tercera generación con características pasivas, de 1.600 MW, podrá ser certificado en breve por la Comisión Reguladora Nuclear (NRC) de Estados Unidos, una vez subsanados ciertos problemas técnicos.

GEH y la NRC han acordado efectuar una auditoría sobre la metodología empleada en el diseño. Para GEH estos problemas son parte de la evolución tecnológica del diseño y no deberían interrumpir el proceso de certificación. En todo caso, la certificación estaba prevista para mayo de 2012 y no debería retrasarse mucho.

Por otra parte, el proceso de certificación del Evolutionary Pressurized Reactor, denominación estadounidense del EPR de Areva, un reactor avanzado de agua a presión de unos 1.700 MW, ha sufrido un nuevo retraso. La NRC tiene ahora previsto certificar el diseño en junio de 2013, en parte por el retraso de la empresa en aportar la información técnica de los aspectos sísmicos y estructurales del diseño, lo que requerirá más tiempo para el análisis.

En opinión de Areva, revisiones poco significativas como éstas son parte normal de un proceso regulador complejo y deberían tener un impacto mínimo sobre los planes de implantación del reactor en EEUU. En la actualidad Unistar Nuclear Energy, filial de Electricité de France (EDF), está buscando un socio americano que le permita obtener una autorización combinada de construcción y operación (COL) para construir un EPR en Calvert Cliffs, en Maryland, hoy imposible tras la retirada de Constellation Energy del proyecto (ver *Flash* de noviembre 2011). La empresa PPL Generation, por su parte, tiene solicitada una COL para construir un EPR en Bell Bend, en Pennsylvania, cerca de su central de Susquehanna.

Fuentes: *Nuclear News Flashes*, 22 agosto y 5 octubre 2011 y 24 enero 2012, y *Nucleonics Week*, 2 febrero 2012

BULGARIA CANCELA BELENE Y CONSTRUIRÁ UNA UNIDAD ADICIONAL EN KOZLODUY

Durante varios años ha tenido lugar una actividad intermitente en el emplazamiento búlgaro de Belene para la construcción de dos unidades de 1.050 MW del modelo ruso AES-92, y se han planteado conflictos legales entre las partes, la eléctrica estatal búlgara National Electricity Company (NEK) y la rusa Rosatom (ver *Flash* de enero 2011), sobre los pagos por el trabajo realizado. A pesar de todo, Rosatom ha continuado los trabajos para la fabricación de componentes, mientras se discutían problemas financieros y otros asuntos.

Tras varios aplazamientos, el Gobierno búlgaro ha decidido cancelar la construcción en Belene y en su lugar construir una nueva unidad de 1.000 MW en Kozloduy, donde funcionan desde hace tiempo dos unidades de esa misma potencia (Kozloduy-5 y 6, con reactores rusos VVER-1000) y están paradas definitivamente, como condición para su acceso a la Unión Europea, cuatro unidades de 440 MW.

El Gobierno búlgaro considera esta solución más realista que la de instalar dos unidades en Belene, en las circunstancias actuales de crisis económica. En su opinión, puede conseguirse un mejor resultado utilizando la infraestructura existente en Kozloduy. Según el ministro de Hacienda de este país, la unidad será construida sin avales ni subvenciones públicas.

Las autoridades rusas se han manifestado sorprendidas por esta decisión, tomada después de tantos aplazamientos y con gastos considerables por su parte, cuya compensación deberá negociarse. Podrá considerar, desde luego, asignar los componentes fabricados a otro proyecto, como el que tiene comprometido en Turquía. En cuanto a utilizar los equipos para la nueva unidad de Kozloduy, en opinión de Rosatom ello es posible, pero se requerirá un largo tiempo para completar los estudios de adaptación y los trámites regulatorios. Bulgaria, por su parte, no descarta solicitar ofertas de otros proveedores para Kozloduy.

Fuentes: *World Nuclear News*, 3 octubre 2011, 20 y 29 marzo y 12 abril 2012; *Nuclear News Flashes*, 22 julio y 5 agosto 2011 y 11 abril 2012; *Nucleonics Week*, 29 marzo 2012 y *NucNet*, 12 y 18 abril 2012



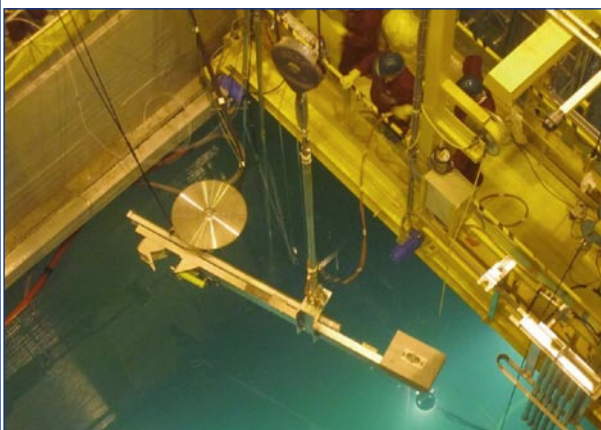
Obras de construcción de la central de Belene

Publicaciones y cursos

- ✓ **Planificación Energética sostenible.** Universidad Pontificia de Comillas, 2012.
- ✓ **Instrucción IS-34,** sobre diversos criterios a aplicar a actividades relacionadas con el transporte de materiales radiactivos. CSN, 212.
- ✓ **Infrastructure and methodologies for the justification of nuclear power programmes.** Edited by Agustin Alonso. Woodland Publishing Series in Energy, 2012
- ✓ **Máster en Ingeniería Nuclear y Aplicaciones.** 1 octubre 2012-28 junio 2013 CIEMAT. Avda. Complutense 40, 28040 Madrid. Abierto plazo de inscripción. Más información: www.ciemat.es/MasterMina

CONTINÚA EL DESMANTELAMIENTO DEL REACTOR DE JOSÉ CABRERA

Dos años después de asumir la titularidad para dismantlar la central nuclear de José Cabrera en Almonacid de Zorita (Guadalajara), la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa) ha iniciado ya la segmentación de los componentes internos del reactor, “una de las fases del dismantelamiento más compleja desde el punto de vista técnico y cuya ejecución ha sido milimétricamente preparada por los técnicos de la empresa”. El trabajo fue contratado en julio de 2010 a Westinghouse Suecia (ver *Flash* de septiembre 2010).



Corte de termopares (Fuente: Enresa)

Las operaciones de corte, precisan desde Enresa, “se realizarán bajo agua y con equipos diseñados específicamente para este proyecto, que ya han sido probados con éxito antes de iniciarse estos trabajos”. La duración de esta fase será de alrededor de unos dos años y medio.

la primera central nuclear que entró en funcionamiento en nuestro país y la primera que será dismantelada completamente en España. Los trabajos avanzan, según Enresa, “de acuerdo con el programa establecido”.

Fuente: Enresa, 18 mayo 2012

José Cabrera, más conocida como Zorita, fue

RETORNO DE URANIO DE ALTO ENRIQUECIMIENTO DE CANADÁ A ESTADOS UNIDOS

Canadá y Estados Unidos han alcanzado un nuevo acuerdo para el envío a este último país de elementos combustibles usados en la producción de radisótopos y un número de barras de combustible enriquecido usadas inicialmente durante el desarrollo de los reactores CANDU en Ontario (Canadá). Todos estos elementos, de enriquecimiento superior al 20%, están almacenados en condiciones seguras en el establecimiento de Atomic Energy of Canada, Ltd. (AECL) en Chalk River, Ontario, y se proyecta que se localicen en un número reducido de instalaciones seguras en Estados Unidos.

El envío es parte de un compromiso establecido en 2010 para devolver todo el uranio altamente enriquecido de origen estadounidense a su procedencia antes de finales de 2018. El primer envío de esta naturaleza tuvo lugar en 2010.

El uranio de alto enriquecimiento puede convertirse en combustible para centrales nucleares comerciales mediante dilución con uranio natural o empobrecido, hasta un enriquecimiento inferior al 5%, y debe controlarse hasta ese momento para impedir un posible acceso ilícito por grupos terroristas para su utilización como explosivos.

Fuente: Nucnet, 4 abril 2012

RETIRADA DE RESIDUOS TRANSURÁNICOS EN LOS ALAMOS

Los residuos transuránicos almacenados en superficie en el Laboratorio Nacional de Los Alamos, en Nuevo México, serán retirados y trasladados a la mayor brevedad a la Planta Piloto de Aislamiento de Residuos (WIPP), localizada en el mismo Estado.

El Departamento de Energía (DOE), titular del laboratorio, ha concedido un contrato valorado en 200 millones de dólares al consorcio formado por las empresas Energy Solutions y Environmental Dimensions, Inc., para la caracterización de todos los residuos acumulados en Los Alamos desde 1943 a lo largo de los programas militares. El consorcio llevará a cabo el tratamiento y acondicionamiento de todos los residuos, consistentes en ropas contaminadas, herramientas, escombros, restos metálicos, etc.

Una parte importante del trabajo contratado es la recogida y acondicionamiento para su traslado al WIPP de los residuos que contienen elementos transuránicos, como el plutonio. En Los Alamos hay unos 10.000 contenedores de estos residuos en superficie, cubiertos con lonas, además de otros 6.000 almacenados bajo tierra. El Laboratorio, al igual que otros que contienen residuos de defensa, lleva años dedicado a la retirada



Residuos almacenados en Los Alamos (Foto: LANL)

de estos residuos, pero tras el gran incendio de 2011 en el área de las Conchas, que afectó a más de 60.000 hectáreas y llegó a las cercanías de Los Alamos, ha llegado a un acuerdo con el Gobernador del Estado para trasladar todos los residuos transuránicos antes de junio de 2014. El nuevo contrato será determinante para esta tarea.

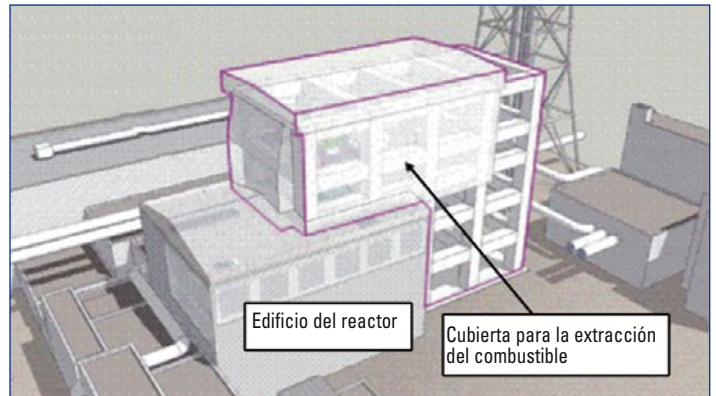
Fuentes: *World Nuclear News*, 22 marzo 2012 y *Nuclear Engineering International*, 26 marzo 2012

PLAN PARA EXTRAER LOS COMBUSTIBLES DE LAS PISCINAS DE FUKUSHIMA

Tokyo Electric Power Co. (Tepco), titular de la central nuclear de Fukushima-Daiichi, ha explicado su plan para extraer el combustible almacenado en las piscinas de desactivación de las cuatro unidades dañadas de la central, empezando con la unidad 4, cuya piscina contiene una gran cantidad de combustible, incluyendo un núcleo completo. Esto se debe a que en el momento del accidente la unidad estaba en proceso de mantenimiento, con el combustible descargado de la vasija.

La unidad 4 sufrió una explosión de hidrógeno (procedente de la unidad 3) que destruyó la parte superior del edificio del reactor y sus estructuras superiores, incluida la grúa de manipulación del combustible. Los restos resultantes de la explosión que cayeron sobre la piscina han de retirarse para acceder a los conjuntos combustibles que, según los exámenes realizados, no están dañados, retirarlos de los bastidores y trasladarlos provisionalmente a la piscina exterior común para las cuatro unidades, que tampoco está dañada, antes de su traslado a contenedores secos.

Para la operación de retirada Tepco comenzó por asegurar la estabilidad de la piscina mediante una estructura de soporte de vigas de acero y hormigón. Después ha comenzado la construcción de una cubierta sobre el edificio del reactor y una estructura auxiliar estanca, forrada de acero y cimentada sobre el terreno adyacente al edificio del reactor. Esta estructura se extenderá sobre la zona de la piscina, albergando la grúa, mecanismos y sistemas necesarios para la limpieza y extracción de escombros y fragmentos metálicos existentes en la piscina, y la subsiguiente extracción, limpieza, acondicionamiento y retirada de los conjuntos combustibles almacenados. Los posibles elementos dañados serán colocados en cápsulas especialmente construidas. La atmósfera de este edificio será ven-



Edificios para la retirada de combustibles (Esquema: WNN)

tilada al exterior a través de filtros y las operaciones se llevarán a cabo por control remoto desde un edificio exterior. La disposición de las nuevas estructuras puede verse en el esquema adjunto.

Tepco proyecta comenzar la retirada de los escombros a finales de 2012, tras lo cual instalará la grúa, mecanismos y sistemas necesarios y comenzará la retirada de los combustibles a finales de 2013, labor que continuará hasta finales de 2015. Todas estas fechas están sujetas al estado en que se encuentren los elementos a retirar.

Después de estas operaciones comenzará la limpieza de las otras unidades y la retirada del corio (combustible fundido) existente en las vasijas y contenciones primarias. Todas estas operaciones podrán durar de diez a quince años.

Fuentes: *World Nuclear News*, 16 y 19 abril 2012; *Nucleonics Week*, 19 abril 2012 y *NucNet*, 21 mayo 2012

UN ATC JAPONÉS DE CONTENEDORES SECOS ESTARÁ TERMINADO EN 2013

La construcción del primer almacén centralizado para contenedores secos de combustible usado en Japón prosigue a buen ritmo y ha alcanzado el 53% de avance. Su capacidad será de 3.000 toneladas de uranio, ampliables a 5.000. El almacén, ubicado en Mutsu City, está siendo construido por Recyclable-Fuel Storage Co. (RFS), participada por Tepco (80%) y Japan Atomic Power Co. (20%). Las compañías propietarias proyectan comenzar sus envíos de contenedores al almacén en octubre de 2013.

Las piscinas japonesas de combustible usado están bastante llenas. Las existentes en cinco de las 17 centrales pasan del 70%, según ha revelado la Comisión de Energía Atómica. La capacidad total de las piscinas es de unas 20.000 toneladas, más 3.000 toneladas en la planta de reproceso de Rokkasho-Mura. Esta fábrica está prácticamente terminada y podría empezar a funcionar en octubre de 2012, aunque algunos trabajos de puesta a punto se han retrasado como consecuencia del accidente de Fukushima.

Fuente: *Nuclear News Flashes*, 24 abril 2012

AVANZA LA RETIRADA DE LOS COMBUSTIBLES GASTADOS DE LOS REACTORES MAGNOX EN EL REINO UNIDO

La empresa Magnox, filial de Energy Solutions, ha expedido el último contenedor con combustibles gastados de la central de Dungeness A, en el sureste de Inglaterra, con destino a Sellafield, donde el combustible se reprocesará. Con ello desaparece de Dungeness A el 99 por 100 del riesgo radiactivo y se pasará a la siguiente fase de desmantelamiento; la central tenía dos reactores de 275 MW, de tipo de gas-grafito-uranio natural (también llamados Magnox). Los reactores fueron parados definitivamente en diciembre de 2006 y desde entonces se están retirando los elementos combustibles de forma gradual; en el momento de la parada contenían 55.000 elementos combustibles, con un total de 610 toneladas.

Todavía quedan casi 4.000 toneladas de combustible Magnox usados en cuatro emplazamientos de centrales de este tipo en Inglaterra, Escocia y Gales, de las 50.000 toneladas que se llegaron a fabricar.

Las siguientes etapas del desmantelamiento incluyen una mezcla de tareas convencionales y radiológicas, tales como la retirada de amianto, la demolición de estructuras y edificios y el vaciado y limpieza de las piscinas de almacenamiento de combustibles usados. Todas estas tareas tienen una categoría inferior en cuanto a los requisitos de prevención de emergencias.

Fuente: *NucNet*, 18 abril 2012

RIESGOS RADIATIVOS EN MILISIEVERT: EXPLICACIÓN

Los valores en milisievert (mSv) permiten comparar las diferencias entre las irradiaciones producidas por el tipo de radiación, su intensidad y la radiosensibilidad de los diferentes tejidos, la edad de los individuos y su forma de vida.

- **Igual a cero.** La radiación existe siempre, procedente del espacio exterior y de los radisótopos naturales (uranio, torio y sus descendientes, potasio-40, carbono-14, tritio y otros en menor proporción). Los humanos recibimos 8.000 desintegraciones por segundo de todos estos radisótopos.
- **Menos de 0,01 mSv.** Dosis suplementaria, que se añade a la natural, recibida por los habitantes en la proximidad de instalaciones nucleares. Ningún efecto sobre los seres vivos ni el ambiente.
- **0,3 mSv.** Dosis de irradiación interna por ingestión de carbono-14 y potasio-40. Ambos están incluidos en los 2,4 mSv anuales de radiación natural.
- **0,4 mSv.** Radiación cósmica al nivel del mar. Se duplica por cada 1.500 metros de altitud.
- **De 0,1 a 0,5 mSv.** Dosis al pulmón en una radiografía.
- **0,8 mSv.** Dosis anual de los rayos cósmicos a 1.500 m de altitud.
- **1 mSv.** Dosis anual legal de radiactividad artificial, sin contar las exposiciones médicas. No conviene sobrepasarla.
- **2,4 mSv.** Media anual del mundo.
- **De 5 mSv a 15 mSv.** Exposición anual en casas de piedra y de materiales con trazas de uranio y torio, por la presencia de radón-222. Variable por encima en locales mal aireados.

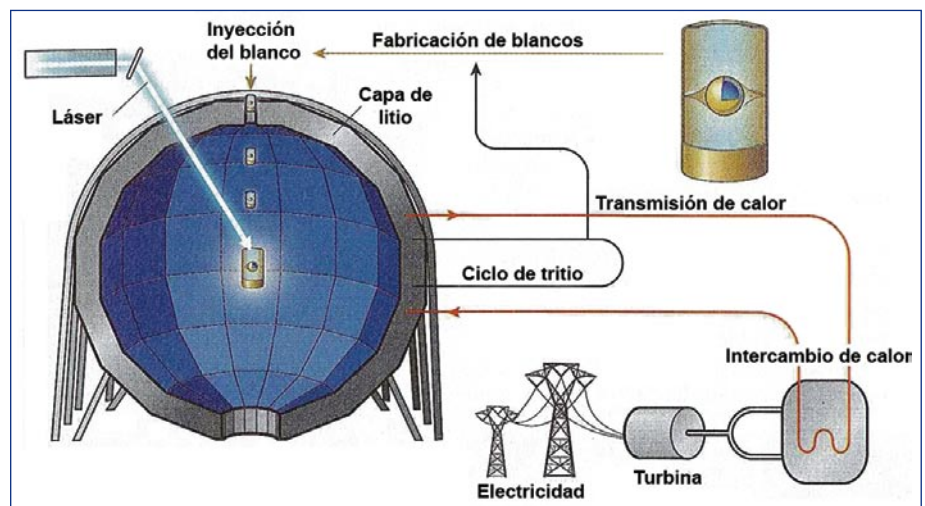
- **7,5 mSv.** Dosis natural en Finlandia.
- **De 10 a 15 mSv.** Dosis en zonas donde existan minerales que contengan uranio o torio.
- **De 10 a 20 mSv.** Dosis recibida durante un escáner con rayos X.
- **De 15 a 70 mSv.** Dosis natural en algunas zonas de China, delta del Nilo, Brasil, Japón, India, Irán, Cáucaso e Isla de Nive en Nueva Zelanda.
- **De 15 a 100 mSv.** Dosis anual a la que las defensas naturales de las células corrigen los fenómenos nocivos. La apoptosis elimina las células dañadas por medio de su muerte programada.
- **20 mSv.** Dosis legal anual de irradiación artificial que no debe sobrepasarse por los trabajadores de las instalaciones nucleares. Coincide con la dosis media existente en la época de la aparición de la vida en la Tierra.
- **70 mSv.** Dosis natural media en Kerala (India), sin que haya correlación entre este valor y la incidencia de cáncer.
- **100 mSv.** Máximo valor de dosis que no puede sobrepasarse sin efectos negativos para la salud.
- **De 700 a 1.500 mSv.** Si es sobre todo el cuerpo y en un tiempo corto, aparición de náuseas y necesidad de asistencia médica.
- **4.500 mSv.** Sólo una de cada dos personas sobrevive a una irradiación en el cuerpo entero y en un tiempo corto, si no recibe cuidados médicos.
- **De 10.000 a 80.000 mSv.** Nivel que se utiliza en una zona pequeña del cuerpo para destruir células cancerosas, protegiendo el resto del cuerpo adecuadamente.

Fuente: Revue de Énergie Nucléaire, noviembre-diciembre 2011

LA FUSIÓN NUCLEAR CON LÁSER

Se están creando estrellas diminutas por la acción de los mayores y más energéticos láseres, con la esperanza de acceder a la fuente de energía nuclear más limpia, la fusión. En Estados Unidos la Instalación Nacional de Ignición (NIF), del Laboratorio Nacional de Livermore en California está a la cabeza de los esfuerzos para desarrollar la tecnología necesaria para obtener la llamada fusión por confinamiento inercial. Esta intención se une a los estudios del comportamiento de los materiales a temperaturas y presiones extremas, semejantes a los que se desarrollan cuando explosiona un arma nuclear.

Cuando convergen los haces de 192 láseres dentro de una cámara de 10 metros de diámetro, acumulan 500 billones (500×10^{12}) de vatios en 20 nanosegundos sobre un cilindro (*hohlraum*) recubierto de oro de 8,4 por 4,5 milímetros en cuyo interior está situado el blanco, una esfera de berilio de 2 milímetros de diámetro, que contiene deuterio y tritio licuados. Al chocar los haces



Elementos clave de una central de fusión por confinamiento inercial (Foto: Science Magazine)

con el cilindro, su energía se convierte en rayos X que volatilizan el berilio y comprimen el combustible, cuya temperatura alcanza 100 millones de grados, con lo que se logra la fusión de los isótopos, creando condiciones que se

encuentran solamente dentro de las estrellas y en las explosiones termonucleares.

Se estudia así el comportamiento energético y las radiaciones que intervienen. La envuelta de la cámara tiene un espesor de 30 centímetros y es de un metal recubierto

de hormigón borado para absorber los neutrones producidos y producir el tritio empleado como combustible al incidir sobre litio contenido en el hormigón.

En la instalación se han obtenido nuevos registros de rendimientos de neutrones y de energía de los láseres, y al final de 2012 se espera llegar a la "ignición", cuando se producirá por la fusión más energía que la empleada para generar los impulsos del láser. El Laboratorio de Livermore ha anunciado que unirá sus esfuerzos con las entidades inglesas AWE y Rutherford Appleton Laboratory para impulsar el programa de fusión.

Los experimentos de Livermore han demostrado que se pueden producir pulsos

de láser de 1,8 megajulios durante 20 nanosegundos. Pero obtener la ignición requiere ampliar el conocimiento más profundo de las velocidades de propagación, forma de la aplicación, temperatura y composición del combustible. La incidencia de los láseres en el blanco de deuterio y tritio a 18° K produce una implosión esférica de 30 micrometros con formación de partículas alfa y neutrones a más de 100 millones de grados. Las interacciones entre el láser y el plasma mejoran el comportamiento de la combinación para que la mezcla se fije al centro de la cámara. Hasta ahora no se ha logrado conseguir una explosión repetida sostenida.

Si se comparan los experimentos actuales (en los que se producen fusiones puntuales

seguidas de horas de análisis) con un futuro uso de la fusión habrá que resolver toda una serie de dificultades técnicas. Una de ellas es el necesario carácter repetitivo de la fusión. Habría que obtener impulsos de 1 megaamperio a un ritmo de entre 1 cada diez segundos y 16 por segundo, casi 1,4 millones de veces al día para uso en una central, y reemplazar nuevos blancos en su posición al mismo ritmo.

Otros grupos de investigadores estudian otros métodos que emplean fuerzas producidas por campos magnéticos usando el efecto de estricción, impactos directos sin *hohlraum*, o láseres de criptón y flúor.

Fuentes: *New Scientist*, 22 octubre 2011 y *Science*, 28 octubre 2011

LA VIGILANCIA RADIOLÓGICA DESDE HACE MÁS DE 20 AÑOS EN EL CABRIL

El almacén de El Cabril está al 65,9% de su capacidad para residuos de baja y media actividad y al 9,99% de los residuos de muy baja actividad. Los directores de dicha instalación han presentado el Plan Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) que, desde hace más de 20 años, analiza más de mil muestras anuales de agua, aire, sedimentos y alimentos en el entorno de El Cabril.

El aire se analiza semanalmente, y el agua subterránea y superficial y la radiactividad cada trimestre. Los suelos, vegetación, pesca, caza y sedimentos, son analizados anualmente. También se analizan alimentos, como la miel de Hornachuelos y la carne de oveja de Fuente Ovejuna. Todas las muestras se analizan en laboratorios independientes y el informe se eleva al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

En 2011, el Cabril recibió 1.956,55 metros cúbicos de residuos de baja y media actividad y 1.272,12 metros cúbicos de muy baja actividad. El número de expediciones recibidas fue 241. De ellas, 1.859,02 metros cúbicos procedían de instalaciones nucleares y 97,53 metros cúbicos de instalaciones radiactivas.

El Cabril fue auditado 25 veces, de ellas 11 por parte del CSN, y visitado por 4.570 personas, especialmente estudiantes de bachillerato y universidades.

Fuente: *Enresa*, 22 marzo 2012

LAS EDADES DE LAS ROCAS MÁS ANTIGUAS DEBEN SER REVISADAS

Dos de las fuentes utilizadas para datar las edades de las rocas están en desacuerdo con la realidad. Ambos métodos se basan en la medida de las abundancias de ciertos radisótopos en las rocas y su comparación con las conocidas de los mismos radisótopos en el momento de la formación del sistema solar.

Frecuentemente se usa el radisótopo samario-146 para fijar los sucesos en el sistema solar primitivo. Las medidas parecían llegar a una media de 103 millones de años para el período de semidesintegración del radisótopo. Mediante una técnica más avanzada, investigadores de la Universidad Hebrea de Jerusalén han fijado esta media en sólo 68 millones de años. Con ello resulta que las rocas datadas con este radisótopo se formaron de 20 millones a 80 millones de años antes de lo calculado anteriormente.

Otro método de datación utiliza una pareja de isótopos del uranio que decaen hasta dos isótopos del plomo. Anteriormente se suponía que todas las rocas se formaron con la misma proporción de los isótopos del uranio. Con ello, midiendo la relación de los isótopos del plomo y teniendo en cuenta los períodos de desintegración correspondientes se obtenía el tiempo transcurrido desde que se formó la roca.

Un investigador inglés del Geological Survey, en una revisión de 45 muestras de zircón que contiene uranio, dedujo que sedimentos que se creía se formaron hace 4.400 millones de años, ahora se cree que tienen 700.000 años menos. La diferencia puede parecer pequeña, pero en esos años pueden haber ocurrido sucesos distintos de los hoy contemplados.

Fuente: *New Scientist*, 7 abril 2012

Socios FORO NUCLEAR

AEC - AMAC - ANCI - 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 - CONFEMETAL - 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 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 - VINCI ENERGIES - WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN - WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES