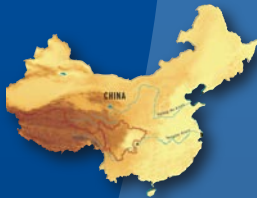




Hacia 2040 la República Checa producirá la mitad de su energía eléctrica en centrales nucleares



China es el país que más centrales nucleares construye en el mundo



Finlandia apuesta por la energía nuclear con sus cuatro reactores en operación, uno en construcción y dos más planificados

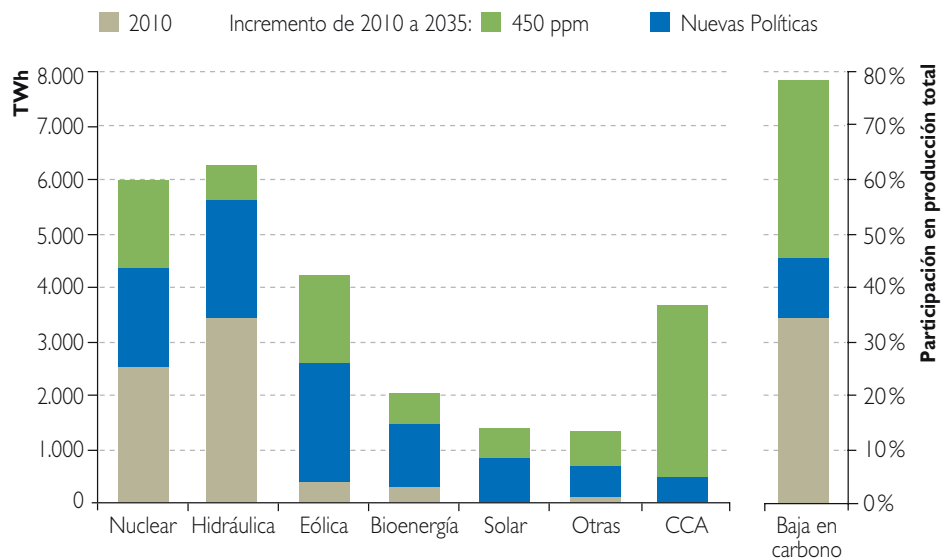
en construcción y dos más planificados

La energía nuclear en los escenarios del WEO 2012

El informe de la Agencia Internacional de la Energía sobre las perspectivas energéticas mundiales (WEO, por sus siglas en inglés) correspondiente a 2012 plantea los escenarios energéticos posibles para hacer frente a los retos de seguridad de suministro, economía y lucha contra el cambio climático, haciendo llegar las previsiones hasta 2035.

Destaca la necesidad de incrementar la eficiencia energética y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Tienen particular relevancia en el sector eléctrico el escenario de "Nuevas Políticas", establecido en 2010 y considerado como el escenario central, y el de "450 partes por millón de CO₂". El primero corresponde al cumplimiento por parte de los países de los compromisos anunciados por los mismos. El segundo, incluye las medidas necesarias, ya de forma apremiante, para limitar a 2° C el crecimiento de la temperatura global a finales del siglo XXI.

Producción eléctrica "baja en carbono" y participación en la producción total (2010-2035)



- En el escenario de "Nuevas Políticas" se prevé una producción eléctrica mundial en 2035 de 36.637 TWh, con un aumento del 70 % respecto a 2010, en gran parte debido a los países emergentes. La producción a base de carbón aumenta, aunque a un ritmo menor, pero la llamada "producción con bajo carbono" crece por un factor de 2,3, incluyendo la nuclear, hidráulica y eólica. La capacidad nuclear crece hasta 583 GW, casi un 60 %, pero con 50 GW menos que lo previsto en el WEO 2011, a causa de las reacciones negativas en varios países tras el accidente de Fukushima y, posiblemente, la disponibilidad del gas de esquistos. La gran mayoría de las nuevas centrales nucleares se construirán en Asia y Rusia.

- En el escenario de "450 ppm" se modera la producción total hasta 31.748 TWh en 2035, gracias a las medidas de eficiencia energética. Baja el carbón y crecen la capacidad nuclear (hasta 798 GW) y la renovable, así como el carbón con captura y almacenamiento de CO₂ (CCA).

En la figura adjunta pueden verse las previsiones del WEO hasta 2035 de la producción total de bajo carbono, en los dos escenarios, con las diferentes tecnologías. En el escenario de 450 ppm se logra una disminución de las emisiones hasta 22.055 millones de toneladas de CO₂, casi 8.000 menos que en 2010.

Fuentes: WEO 2012; Bulletin Forum Nucléaire Suisse, 12/2012; Nucleonics Week, 15 noviembre 2012; World Nuclear News, 12 noviembre 2012 y NucNet, 12 noviembre 2012

■ Foro Nuclear entrega el “Premio Nuclear” a una periodista del *Diario de Burgos*

La presidenta de Foro de la Industria Nuclear Española, María Teresa Domínguez, ha entregado el “Premio Nuclear” a Ana Castellanos, redactora del *Diario de Burgos*, con motivo de la celebración de los XXIV Premios de la Energía de Enerclub. Estos galardones reconocen la labor desarrollada por los profesionales de la información, destacando el trabajo y dedicación diaria de los periodistas, que contribuyen a acercar el mundo de la energía a la sociedad.

Ana Castellanos ha sido la merecedora del “Premio Nuclear”, ya que da cobertura informativa desde hace años a todos los asuntos relativos a la central nuclear de Santa María de Garoña, con gran rigor y profesionalidad.

Más de 450 personalidades del mundo de la política, la empresa, la prensa y diversas instituciones han asistido al acto de entrega de estos premios patrocinados por Carbuniión, Unesa, Siemens, Enresa, APPA, Sedigas, Repsol, I.D.A.E y Foro Nuclear. El acto ha estado presidido por el ministro de Industria, Energía y Turismo, José Manuel Soria, quien ha recordado la necesidad de contar con todas las tecnologías disponibles y hacer un “esfuerzo enorme” por reducir la dependencia energética española.

Fuentes: Enerclub y Foro Nuclear, 18 febrero 2013



■ China inicia un nuevo plan de construcción de centrales nucleares

China ha comenzado la construcción de la unidad 3 de la central de Tianwan, en la provincia de Jiangsu, donde ya funcionan dos unidades del mismo tipo. El reactor es un VVER de 1.060 MW, contratado a la empresa estatal rusa Rosatom por China National Nuclear Corp (CNNC). El contratista principal es Atomstroyexport, filial de Rosatom, que suministrará la isla nuclear, con un valor de 30% del total del proyecto. La industria china tendrá una importante participación en la construcción. El hormigonado de la losa del reactor tuvo lugar el 27 de diciembre de 2012 y se espera que la unidad entre en servicio en 2018.

Por otra parte, el 9 de diciembre de 2012 comenzó oficialmente la construcción de la central de Shidaowan, en la provincia de Shandong, con dos reactores de demostración de 100 MW, que alimentan una única turbina. Los reactores son de tipo modular, moderados por grafito y refrigerados por helio a alta temperatura, con el combustible en lecho de bolas. La central, considerada como de IV Generación y con características pasivas, entrará en servicio en 2017. Formará parte de un gran centro nuclear, con más de veinte reactores.

Con estas dos centrales ya son cuatro las que han iniciado su construcción después de que el Gobierno chino levantara, en octubre de 2012, su moratoria para nuevas construcciones tras el accidente de Fukushima. El nuevo plan chino prevé unos 40 GW para 2015. Los nuevos reactores deberán ser de Generación III o equivalentes y estar situados en emplazamientos costeros.



Vertido de hormigón en Tianwan 3 (© Rosatom).

Fuentes: Nuclear News Flashes, 25 octubre 2012; World Nuclear News, 24 octubre y 29 diciembre 2012; NucNet, 27 diciembre 2012 y 7 enero 2013; Nucleonics Week, 3 enero 2013 y Nuclear Engineering International, diciembre 2012

■ La República Checa amplía sus planes nucleares

La República Checa producirá la mitad de su energía eléctrica en centrales nucleares hacia 2040, como parte de la política energética adoptada por el Gobierno, según ha manifestado un portavoz de la empresa eléctrica nacional CEZ. Con ello, el país podrá retirar del servicio centrales antiguas de carbón y depender menos de sus reservas domésticas de carbón, que están disminuyendo. Actualmente el carbón atiende un 60% de la demanda eléctrica del país.

La política nuclear, aprobada por el Gobierno, apunta a una producción nuclear de 46,4 TWh en 2025 y 55,2 TWh más adelante. A más largo plazo se mantendrá un 50% nuclear, dedicándose el carbón a usos térmicos.

Para cubrir este ambicioso plan se construirán dos unidades en la central de Temelin, que se espera sean adjudicadas en 2013 una vez se resuelva el litigio entre CEZ y la francesa Areva sobre la descalificación de la oferta de ésta (ver *Flash* de diciembre 2012). CEZ obtuvo en enero de este año la Declaración de Impacto Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente para estas unidades, después de un estudio minucioso que incluye 90 condiciones relativas a la seguridad nuclear y protección radiológica del ambiente. Después de Temelin, CEZ proyecta construir una nueva unidad en Dukovany, donde ya funcionan otros cuatro reactores, así como extender la vida operativa de las actuales unidades de Temelin hasta los 60 años.

Fuentes: NucNet, 13 noviembre 2012 y 21 enero 2013 y World Nuclear News, 9 y 30 noviembre 2012

■ Submarino nuclear ruso para investigación en aguas profundas

La construcción de un submarino para investigación en aguas profundas comenzó en diciembre de 2012 en el astillero Sevmash en Severodvinsk, Rusia.

El submarino, con proyecto basado en el submarino de la Marina de la clase Oscar, llevará a cabo misiones de investigación en áreas remotas oceánicas y participará también en labores de búsqueda y rescate marítimos. Llevará consigo pequeños sumergibles para labores de rescate y se empleará también para la instalación de equipos en el fondo del mar y en la vigilancia de rutas de transporte.



Submarino de la clase Oscar (©WNN).

El astillero Sevmash es el único en Rusia que construye submarinos nucleares. También construye buques para la Marina rusa.

Fuente: *World Nuclear News*, 21 diciembre 2012

■ Finlandia necesita las nuevas centrales nucleares

Finlandia no puede ser autosuficiente en la generación eléctrica hasta 2020, cuando entre en servicio nueva producción nuclear, según asegura el Gobierno finlandés en su estrategia energética, revisada el 8 de febrero de 2013. El país, que consumirá 94 TWh en 2020, sin las nuevas centrales nucleares tendría que importar energía eléctrica de Rusia y del mercado báltico.

“ Finlandia tiene dos unidades nucleares en proyecto, una en construcción avanzada y cuatro en operación ”

Además de las cuatro unidades nucleares actualmente en operación, Finlandia tiene un programa que incluye tres unidades nucleares nuevas:

- Olkiluoto-3, de la empresa Teollisuuden Voima Oy (TVO), un EPR de 1.600 MW, contratado llave en mano con el consorcio Areva-Siemens. La construcción está muy adelantada, si bien con retrasos y sobrecostes, por los cuales las partes se acusan mutuamente, y por los que están pendientes decisiones arbitrales. La fecha prevista actualmente para la entrada en servicio es 2015-2016.
- Hanhikivi-1, a construir en el municipio de Pyhäjoki por el consorcio Fenno-voima, formado por más de 70 empresas eléctricas e industriales. La eléctrica alemana E.ON, que formaba parte del consorcio, se ha retirado recientemente y su 34% de participación ha sido adquirido por el accionista principal Voimaosakeyhtiö SF. Fennovoima se propone elegir durante este año la tecnología a emplear, entre las ofertas disponibles está un EPR de Areva y un ABWR de la japonesa Toshiba. La empresa ha solicitado ya los permisos ambientales para la construcción de estructuras de toma y descarga de agua de refrigeración y el dragado y disposición de rocas para la construcción de un rompeolas.
- Por otra parte, TVO prosigue sus planes para construir la unidad de Olkiluoto-4, con una capacidad entre 1.450 y 1.750 MW, para la que proyecta solicitar la autorización en 2015. Dispone ya de cinco ofertas, de Areva, General Electric-Hitachi, Korea Hydro and Nuclear Power, Mitsubishi y Toshiba.

Fuentes: *Nucleonics Week*, 25 octubre 2012 y 14 febrero 2013; *NucNet*, 25 octubre 2012 y 13 febrero 2013; *TVO*, 6 febrero 2013 y *Nuclear News Flashes*, 8, 9, 11, 13 y 15 febrero 2013

■ Rusia continúa su programa de reactores rápidos

Rusia proyecta el reciclado del combustible nuclear usado, reparado entre reactores térmicos y rápidos, de manera que una capacidad total de 100 GW requiera sólo 100 toneladas anuales de combustible nuevo de varias procedencias.

Desde hace años ha desarrollado la tecnología de los reactores reproductores rápidos refrigerados por sodio, la serie denominada BN, comenzando con el BN-350, en Beloyarsk, región de Sverdlovsk, hoy clausurado:

- En la actualidad funciona el reactor BN-600, llamado Beloyarsk-3, que entró en servicio en 1980 y será parado definitivamente en 2020.
- Está en construcción avanzada el reactor BN-800 del mismo tipo, llamado Beloyarsk-4, con 880 MW y entrada en servicio prevista en 2014. Acaba de cargar la primera remesa de 18,5 toneladas

de sodio de calidad nuclear, procedente de Francia. Se necesitarán 2.000 toneladas de este material.

- El Gobierno regional ha autorizado la construcción de un reactor, el BN-1200, que se denominará Beloyarsk-5 y está en estado de diseño avanzado, para comenzar la construcción en 2015 y entrar en servicio en 2020.

Por otra parte, Rusia ha comenzado el desarrollo de otra familia de reactores rápidos refrigerados por plomo, la llamada BREST según las siglas rusas. La primera unidad de la serie será un prototipo de 300 MW, que se construirá en Seversk, cerca de Tomsk, en Siberia, sede de un gran complejo nuclear. El combustible será nitruro de uranio y plutonio y el coste se estima en 800 millones de dólares para el reactor y 54 millones para la fábrica del combustible.

Fuentes: *WNA Nuclear Power in Russia*; *Nucleonics Week*, 31 enero 2013; *World Nuclear News*, 23 marzo, 27 junio y 4 octubre 2012 y 24 enero 2013

■ Posible renovación nuclear sueca a largo plazo

La empresa eléctrica sueca Vattenfall, operadora de siete unidades nucleares en Ringhals y Forsmark, solicitó en julio de 2012 el permiso de construcción de dos unidades nuevas para sustituir a las que se retiren del servicio cuando lleguen al fin de sus vidas operativas. Este es el principio de un proceso que puede durar años, pero que es necesario para que Vattenfall obtenga los datos suficientes para tomar una decisión definitiva al respecto.

La empresa espera que entre 2025 y 2035 se retirará de la red una producción nuclear

de 20 TWh al año, lo que requiere una cuidadosa planificación para impedir distorsiones en el mercado eléctrico. El Parlamento sueco anuló en 2010 la anterior política antinuclear que impedía nuevas construcciones, pero estableció una política que autoriza la construcción de nuevas unidades, sólo para sustituir unidades que se retiren del servicio y sólo en emplazamientos nucleares existentes.

Por imperativos de la red eléctrica, la atención se centra ahora en la sustitución

de dos de las cuatro unidades en Ringhals. Vattenfall mantiene conversaciones con las autoridades locales y residentes en la zona e incorporará sus opiniones sobre su futuro energético a sus estudios para la construcción de dos nuevas unidades. La empresa ha dialogado ya con las partes interesadas en los municipios de Varberg y Osthhammar. Después de numerosos trámites, la decisión final podría tomarse dentro de diez años.

Fuentes: NucNet, 1 agosto 2012; World Nuclear News, 1 agosto 2012 y 31 enero 2013; Nucleonics Week, 2 agosto 2012 y Nuclear News Flashes, 1 agosto 2012

■ Futuro nuclear en Bulgaria, tras un referéndum

El referéndum sobre la energía nuclear, celebrado en Bulgaria el 27 de enero de 2013, ha dado un resultado de 61 % a favor de continuar el desarrollo nuclear en el país. No obstante, la reducida participación del 21 % del censo está muy por debajo del 60 % que habría convertido el resultado en vinculante, según la ley búlgara. Al estar por encima del 20 % la cuestión deberá ser debatida oficialmente y considerada en el parlamento.

El referéndum fue solicitado por el partido socialista, en la oposición, que es partidario de la energía nuclear para el abastecimiento del país y está disconforme con la decisión gubernamental de cancelar la construcción de la central de Belene (ver Flash de junio 2012) y proponer en su lugar una nueva unidad en el actual emplazamiento de Kozloduy.

El suministrador de Belene, la rusa Atomenergoprom (ASE), tiene planteado un recurso ante el Tribunal de Arbitraje de la Cámara de Comercio Internacional de París por 1.300 millones de dólares, como compensación por los costes incurridos, incluida la fabricación de componentes, que la empresa búlgara de electricidad (NEK) no ha pagado.

La decisión sobre el futuro nuclear en Bulgaria queda así abierta y depende del debate que se mantenga en los próximos meses y de la posibilidad de encontrar un inversor estratégico. La situación energética es hoy confusa, tras la dimisión del Gobierno el 20 de febrero.

Fuentes: Nucleonics Week, 13 septiembre y 4 octubre 2012; NucNet, 28 enero y 14 de febrero 2013 y World Nuclear News, 28 enero 2013 y 20 febrero

■ La construcción de Calvert Cliffs-3 no se autorizará por ahora

El Consejo de Seguridad Atómica y Licenciamiento (*Atomic Safety and Licensing Board*, o ASLB) de la Comisión Reguladora Nuclear de Estados Unidos (NRC) ha dado por terminada su consideración de la solicitud de autorización combinada de construcción y operación (COL) para la unidad 3 de la central de Calvert Cliffs, presentada por la empresa UniStar.

La solicitud fue presentada en 2009, cuando UniStar era propiedad de Electricité de France y Constellation Energy al 50 %. Con posterioridad, Constellation desistió de su intención de participar en la construcción de la central, en vista de las condiciones desfavorables del aval que había solicitado del Departamento de Energía. EDF adquirió su parte, quedando como único propietario, lo que contraviene la Ley de Energía Atómica de 1954, que prohíbe que las centrales nucleares americanas "sean poseídas, dominadas y controladas por intereses extranjeros".

La NRC concedió a UniStar un plazo de dos años para encontrar un socio estadounidense. Al término de este plazo, sin que UniStar haya logrado salvar este obstáculo, el ASLB decidió la cancelación del proceso. Esta decisión podrá ser refrendada por la NRC, terminando así el estudio. Este podrá ser solicitado de nuevo por UniStar si encuentra un socio que cumpla las condiciones requeridas.

Fuentes: Nuclear News Flashes, 24 septiembre y 22 noviembre 2012 y World Nuclear News, 31 agosto 2012

Cursos, conferencias y publicaciones

- ✓ Continúa abierto el plazo de inscripción para cursar la **III edición del European Master in Innovation in Nuclear Energy (EMINE)** en el marco del *European Institute of Technology*. Más información: www.kic-innoenergy.com/emine/home/
- ✓ **V Conferencia Internacional sobre Educación y Formación en Protección Radiológica (ETRAP)**. 13-15 marzo, Viena (Austria). Más información: www.euronuclear.org
- ✓ Publicación **"Nuclear Energy Today"**. Nuclear Energy Agency, OCDE.
- ✓ Vacantes para realizar **prácticas en centros de investigación en el Joint Research Center de la Comisión Europea**: <http://recruitment.jrc.ec.europa.eu/>

■ Nueva estrategia para la gestión de los combustibles usados, propuesta en EE UU

El Departamento de Energía de EE UU (DOE) ha anunciado una nueva estrategia para la gestión de los combustibles nucleares usados y residuos de alta actividad. Esta estrategia, que responde a las recomendaciones de la Comisión de Alto Nivel nombrada al efecto por el presidente Obama, deberá recibir la aprobación legislativa antes de que pueda iniciarse.

La nueva estrategia incluye la construcción sucesiva de:

- Un almacén temporal a escala piloto, que entraría en servicio en 2021 y al que se trasladarían principalmente combustibles usados procedentes de reactores clausurados.
- Un almacén temporal a escala industrial para los combustibles usados y residuos de las centrales operativas y de las instalaciones de defensa. Este almacén estaría operativo en 2025.
- Un repositorio definitivo para la disposición final de combustibles usados y residuos de alta actividad, que entraría en servicio hacia 2048.

La aprobación y puesta en marcha de este plan pondría fin a la situación actual después de la cancelación del plan de construir un repositorio en Yucca Mountain. El DOE está expuesto a litigios por incumplimiento del compromiso de retirar los combustibles a partir de 1998 establecido por la ley vigente. Hasta el día de hoy ha sido obligado a pagar unos 2.600 millones de dólares entre acuerdos con los demandantes y sentencias judiciales, y hay aún 27 litigios pendientes.

El DOE se propone que este plan cuente con el consentimiento local en los emplazamientos a definir. Según propone un informe de la organización RAND Corp, encargado por el DOE, la gestión del programa deberá encargarse a una empresa pública o a una agencia gubernamental independiente, que tenga acceso al Fondo para Residuos Nucleares, que cuenta hoy con 29.000 millones y se alimenta de aportaciones anuales de 750 millones de dólares por parte de las centrales.

“Después de muchos años, la administración americana propone una nueva estrategia para la gestión de residuos”

La industria reclama desde hace tiempo que se suspendan estos pagos anuales hasta que exista un Plan de Residuos oficialmente aprobado. Por otra parte, la existencia del plan es necesaria para que la Comisión Reguladora Nuclear pueda reanudar la concesión de licencias y autorizaciones de prórroga de funcionamiento con base en la confianza demostrada de que el problema de la gestión de residuos está resuelto.

El plan no alude en ningún momento a la posibilidad de adoptar el reciclado de combustible, que no entra en la política estadounidense.

Fuentes: NucNet, 14 enero 2013; World Nuclear News, 14 enero 2013 y Nuclear Week, 17 y 24 enero 2013

■ Nuevos usos para emplazamientos nucleares clausurados

Partes de los terrenos pertenecientes a emplazamientos de instalaciones nucleares clausuradas se están empezando a dedicar a otros usos industriales o de otros tipos.

La agencia gubernamental de conservación de la naturaleza de EE UU ha adquirido 15 hectáreas del emplazamiento de la central clausurada de Connecticut Yankee en Haddam Neck, Connecticut, para incorporarlas al refugio natural para fauna de Salmon River. La central fue desmantelada en un proceso que duró desde 1998 a 2007 y sólo una parte del emplazamiento está ocupado por contenedores de combustible usado (unos 1.000 elementos combustibles y una cierta cantidad de metales contaminados) y está por ello bajo el control de la Comisión Reguladora Nuclear, hasta que puedan trasladarse a una instalación nacional adecuada.

Por otra parte, el Parlamento del Reino Unido ha autorizado la dedicación de 27 hectáreas del emplazamiento del complejo de investigación nuclear de Harwell para su uso para la instalación de un parque tecnológico. Los reactores e instalaciones de investigación y desarrollo de Harwell se construyeron entre 1946 y 1960 y las operaciones continuaron hasta los primeros años del decenio de los noventa, cuando se decidió el cese de las actividades y el principio del desmantelamiento de los distintos edificios y equipos. Se prevé destinar un 20 % del terreno a un consorcio que desarrolla la ampliación del campus de la Universidad de Oxford.

Fuente: World Nuclear News, 10 enero 2013



Vista actual del emplazamiento de la antigua central nuclear Connecticut Yankee (© Connecticut Yankee).

■ McClean Lake reanudará operaciones en 2013

La fábrica de tratamiento de mineral de uranio y producción de concentrados de McClean Lake en Saskatchewan, Canadá, ha recibido la autorización de la Comisión de Seguridad Nuclear canadiense para reanudar sus operaciones de producción de concentrados a partir de mineral de alto contenido en uranio, principalmente procedente de las minas de Cigar Lake y McArthur River (ver *Flash* de enero 2012).



Mc Clean Lake (© Denison Mines).

La fábrica es propiedad mayoritariamente de Areva (70%) con participación de Denison Mines y Ourd Canada. La nueva autorización permite ampliar la capacidad desde las actuales 3,6 millones de toneladas de U_3O_8 anuales hasta 5,9 millones de toneladas. La instalación de tuvo su funcionamiento en julio de 2012 a causa de los retrasos en el inicio de la operación de la mina de Cigar Lake. Areva espera que la planta entre de nuevo en funcionamiento dentro de 2013 y recibir los primeros envíos de Cigar Lake, en septiembre de este año.

La expansión y mejora de la instalación han costado unos 150 millones de dólares. La autorización recibida es válida hasta 2017.

Fuentes: Areva, 9 enero 2013 y Nuclear News Flashes, 21 diciembre 2012

■ Recombinadores de hidrógeno para las centrales nucleares japonesas

La empresa francesa Areva equipará los 23 reactores japoneses de agua a presión con más de 100 recombinaidores de hidrógeno pasivos y autocatalíticos, que serán colocados dentro de los recintos de contención, con el fin de impedir la acumulación de hidrógeno en dichos recintos que pudiera fugarse al edificio circundante del reactor.

El hidrógeno puede originarse, en caso de ruptura o deterioro de varios elementos combustibles, por reacción del circonio de las vainas con el refrigerante, y fugarse del circuito primario a la contención por fallos en los elementos de contención. Los recombinaidores utilizan la oxidación catalítica para transformar el hidrógeno en vapor de agua, proceso que tiene lugar de forma continuada y sin gasto de energía, con lo que continuarían funcionando incluso en caso de fallo del suministro eléctrico por causas accidentales. Muchas centrales nucleares instalan recombinaidores en sus contenciones tras la experiencia de fusión parcial del núcleo en la central de Three Mile Island, pero ese no fue el caso de Fukushima, que sufrió explosiones destructivas de hidrógeno en tres de sus unidades cuando el terremoto y subsiguiente *tsunami*, de marzo de 2011, provocaron el accidente con fusión de combustible y fallo en el suministro eléctrico exterior.

Los recombinaidores pasivos autocatalíticos se están instalando en un total de 140 centrales en todo el mundo y Areva sigue recibiendo pedidos de plantas europeas y asiáticas.

Fuentes: Areva, 18 octubre 2012 y World Nuclear News, 19 octubre 2012

■ Nuevos envíos internacionales de combustibles usados y residuos

Prosiguen los transportes internacionales de combustibles usados y residuos de alta actividad procedentes del reproceso de dichos combustibles. Este tráfico tiene lugar entre países que disponen de instalaciones de reproceso y países que desean reprocesar sus combustibles usados, bien sea para su reutilización, como es el caso de Japón, o para su eliminación final, como es el de Italia.



El buque *Pacific Grebe* (© Barrow and District Association of Engineers).

- Areva recibió el 16 de enero de 2013, para su reproceso en sus instalaciones de La Hague, una remesa de dos contenedores con 7.370 kg de combustible usado enviada por la Sociedad Italiana de Gestión de Plantas Nucleares (SOGIN). El envío es el vigésimo de un programa acordado en 2006, que cubre un total de 235 toneladas de combustible. Hasta ahora se han enviado 200 toneladas. Los residuos vitrificados procedentes del reproceso serán devueltos a Italia después de 2020.

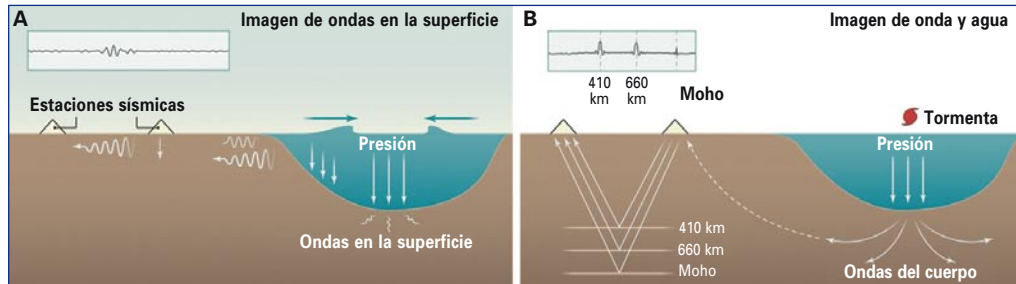
- Por otra parte, el buque *Pacific Grebe* partió del puerto inglés de Barrow-in-Furness el 9 de enero con un cargamento compuesto por un contenedor que encierra 28 cápsulas de acero inoxidable conteniendo residuos vitrificados procedentes de combustible usado japonés reprocesado en Sellafield, en la costa occidental inglesa. Esta es la tercera remesa de residuos vitrificados que se devuelve a Japón, según el contrato entre las partes que estipula el retorno de unas 1.000 cápsulas con residuos vitrificados durante diez años.

Fuentes: Nuclear News Flashes, 18 enero 2013 y World Nuclear News, 18 enero 2013

La estructura sólida de la Tierra

La información sobre la estructura térmica y química de la Tierra procede del análisis de las ondas sísmicas excitadas por los terremotos, y el conocimiento genérico estratigráfico a través de las hipótesis de formación de suelos. En ambos casos existe una limitación porque casi todos los terremotos ocurren en las fronteras de las placas tectónicas, lo que deja a grandes áreas sin tener en cuenta.

Las diferencias de presión que originan los movimientos sísmicos se reflejan en cambios cuando las presiones se deben a los esfuerzos que resultan de la combinación de las ondas con la resistencia de los suelos. Por ejemplo, si se comparan las figuras A y B, en A se representa una variación en que el suelo absorbe la deformación, mientras que en B una tormenta produce ondas de presión tanto en los puntos inicial y final de la tormenta como en las presiones resultantes de 410, 550 y 660 km del límite del manto y el núcleo del subsuelo (moho). Por *moho* se entiende la discontinuidad entre la corteza de la Tierra y el manto.



En tiempos pasados el desconocimiento producido por las observaciones parciales ha llevado a conclusiones sobre la formación de la corteza superficial y de los mecanismos que intervienen en los 2.500 millones de años de esta formación, que se suponía se podía confirmar después.

Por ello, algunos investigadores han cambiado su interés sobre esta materia estudiando las inclusiones de formaciones geológicas determinadas en las que puede comprobarse algún componente útil. Así se ha procedido al estudiar el manto litosférico subcontinental (SCLM), en el que a unos 3.000 millones

de años cambiaba la composición radicalmente. A tiempos mayores de 3.000 millones de años el mineral contenía solamente inclusiones peridotíticas y a valores inferiores hay un componente adicional eclogítico y granates.

Los procesos de fusión en el manto profundo tienen grandes repercusiones sobre el origen de las plumas que han dado lugar a los volcanes de Hawaii, lo que proporciona una idea de cómo se ha formado el manto y de las condiciones que deben tener las fracciones del sólido y el líquido para que la mezcla tenga un efecto ascendente.

Fuentes: *Science*, 23 noviembre 2012 y *Nature*, 19 julio 2012

Las tareas médicas de los ordenadores

El superordenador *Watson*, de la empresa IBM, está aprendiendo a emplear sus conocimientos del lenguaje humano para ayudar a los médicos en el diagnóstico de sus tareas. El progreso en este conocimiento está comenzando por los tratamientos del cáncer en que IBM colabora con varios hospitales de EE UU, para establecer una imagen virtual completa de la fenomenología de los tratamientos.

El sistema consiste en analizar todas las cuestiones y las contestaciones posibles, en función de lo conocido en enciclopedias y publicaciones sobre el tema, así como de la experiencia incorporada en revistas especializadas. Para una buena parte de los objetivos se han suministrado los resultados de las observaciones del "Dilema del Doctor", una competición entre especialistas del Colegio Americano de Médicos que da la contestación a 188 cuestiones que planteó y no resolvió el conocimiento del 50 % de los datos previstos por los redactores del programa.

Para mejorar el programa de instrucción del superordenador continúan ahora los resultados de los tratamientos en multitud de hospitales, como sondas de miles del hospital de Sloan Kettering y los análisis de los buenos y malos resultados. Como es lógico, esto significará una acumulación de datos y tiempo para resolverlos que durará unos años para incorporar los conocimientos en el campo de la Biología aplicada a las cuestiones genómicas y otros datos moleculares.

El sistema puede también incorporar datos procedentes de otros orígenes. Un caso de mención especial es el de WellPoint, uno de los grandes aseguradores de Estados Unidos.

Fuente: *New Scientist*, 25 agosto 2012

Planetas de otros soles

En el siglo XVI, Giordano Bruno aventuró la existencia de muchos soles y planetas semejantes. No se conocía entonces como ahora que nuestro Sol es sólo una estrella entre los cien mil millones que hay en nuestra Galaxia, que las estrellas se forman a partir de nubes de gas y polvo y que no hay razón alguna para que no se formen planetas en este proceso.

El descubrimiento en 1995 de los suizos Mayor y Queloz confirma lo que Marcy y Butler habían previsto en 1992: la existencia de un planeta gaseoso algo mayor que Júpiter, con un periodo de 4,2 días, que gira alrededor de la estrella 51 Pegasi a una distancia menor que la órbita de Mercurio respecto a nuestro Sol.

Este fue el comienzo de una carrera para descubrir lo que hoy llamamos exoplanetas. Pocos los reconocieron inicialmente, pero en los últimos tiempos el número se ha hecho mayor. En los primeros 15 años el número se elevaba a 430 y en 2011 era de unos 700*.

Los sistemas de detección directa son complicados porque las luminosidades de las estrellas y de los planetas son muy diferentes. Solamente en el rango del infrarrojo pueden obtenerse imágenes utilizables, aunque la detección no es fácil si los planetas están próximos a la estrella. Otras medidas indirectas se basan en medir las velocidades radiales, empleadas en 370 de los 430 exoplanetas citados anteriormente. En algunas ocasiones se han utilizado los tránsitos conocidos de algunas estrellas.

Entre los exoplanetas hay una gran variedad de tipos. La mayoría son variaciones del tipo "Júpiter caliente", de masas comparables a Júpiter

y temperaturas de superficie muy altas, del orden de 1.000 °K. Se han encontrado diez veces más sistemas planetarios de un solo planeta que completos. Aún así y teniendo en cuenta la precariedad de nuestros medios de observación, se conocen sistemas de tamaños varios y temperaturas estimadas, para obtener algunos de los siete términos de la ecuación de Drake (véase Google).

(*) Para hallar el número actual consúltese <http://exoplanet.eu/catalog-all.php>

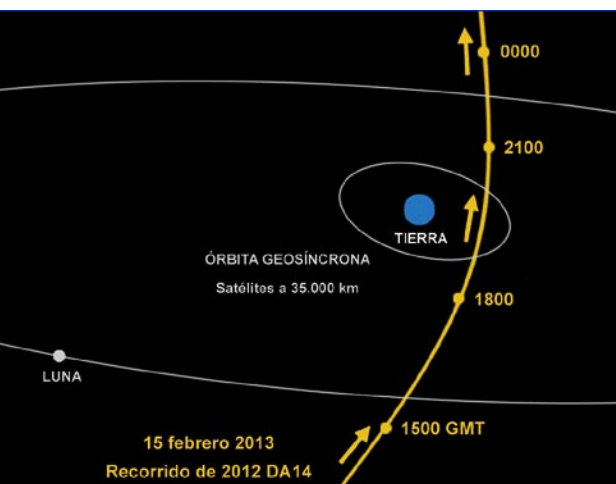
Fuente: Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Vol. 104, No 2, pp 347-355

■ Aviso de la llegada de objetos a la Tierra

En febrero de 2012 un odontólogo del sur de España, Jaime Nomen, descubrió gracias a su afición a los datos de la observación nocturna de los astros, una imagen que podría atribuirse a un objeto que pasase cerca de la Tierra. Alertado el Centro de Planetas Menores que funciona en Cambridge, Massachusetts, se confirmó que el asteroide 2012 DA14 podría entrar en colisión con la Tierra. El asteroide pasó ya por las cercanías de la Tierra el pasado 15 de febrero sin consecuencia alguna, según lo previsto.

Por supuesto, este objeto estaba alejado de los equipos que sobrevuelan nuestra atmósfera (estaciones espaciales, incluida la estación *Hubble*). Las estaciones de observación estimaron que este asteroide tenía unos 45 metros y era semejante al que asoló Siberia en 1908 y destruyó 80 millones de árboles en unos 2.000 kilómetros cuadrados.

Este descubrimiento por un aficionado se inscribe en un cuadro de hallazgos que señalan, como ocurre en este caso, unos 15 objetos próximos a la Tierra al año. Otros aficionados señalan los que caen en suelos desaparecidos, que de vez en cuando aparecen en los periódicos con excepción de los polos. En otras ocasiones son señalados por los muchos telescopios que se ocupan del espacio exterior, como los de Maui, en Hawaii y Cerro Pachon, en Chile, que, aunque de mayor tamaño, no dan señales que cubran más del 10 % de las investigaciones referentes a esta aplicación de los conocimientos. Los científicos han evaluado en 400 millones de dólares el coste de un equipo, el *Sentinel*, que pueda cubrir estas faltas.



Asteroide 2012 DA14
Diámetro: 45m - Masa: 130 millones de km.

Conviene recordar que la desaparición de los dinosaurios está relacionada con la aparición súbita de un asteroide de tamaño superior a diez kilómetros, y que uno de más de un kilómetro significaría una catástrofe global. Un telescopio como el *Sentinel* o los estudios de los impactos previstos por la NASA permitirán mejorar la situación actual.

Las previsiones actuales cubrirán 10 o 20 años sin advertencia previa de que se trate de un asteroide o de alguna situación comparable.

Fuente: *New Scientist*, 26 enero 2013

■ La Luna, formación y características

Es una observación normal que las dos caras de la Luna difieran básicamente en aspecto y composición. La vista natural es conocida. La vista del lado posterior sólo ha sido conocida por medio de satélites y no presenta los grandes mares basálticos visibles a simple vista.

Como opinión generalizada, la Luna se formó en un impacto ocurrido en el pasado inicial de la Tierra, unos 4.500 millones de años, y se debe explicar por la asimetría que se manifiesta no sólo en la distribución del basalto sino también en el espesor de la corteza y en la concentración de los elementos radiactivos.

“La mayor parte de expertos coinciden en que la Luna se formó en un impacto ocurrido hace 4.500 millones de años”

Cualquier tipo de explicación del origen de la Luna ha de contestar a las cuestiones del momento angular de la Luna y de su densidad ligeramente inferior que la de la Tierra. Los datos isotópicos del wolframio indican que la Luna se formó 30 millones de años después del comienzo del sistema solar y que el choque fue violento porque los isótopos de vidas cortas – aluminio-26 y hierro-60 – habían desaparecido y la composición isotópica del oxígeno contenido difiere del de la Tierra sólo en cinco partes por millón, mientras que los asteroides son algo diferentes.

Una gran parte de las simulaciones se basa en el posible impacto de la Tierra en período de formación con un planeta de un tamaño del 10-15 % de la Tierra, semejante a la masa de Marte, que dio lugar a la Luna, aunque hay discrepancias en el papel de algunos isótopos y su posible origen en la velocidad asumida de la transferencia.

Fuente: *Science*, 23 noviembre 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