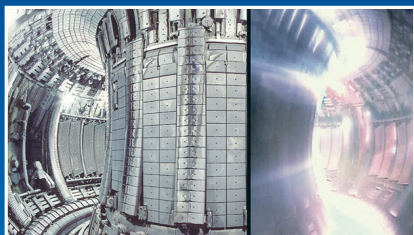




▶ La central nuclear francesa de Fessenheim realiza mejoras para operar diez años más



▶ Nueva participación española en el proyecto de fusión ITER



▶ La Agencia Internacional de la Energía vuelve a recordar el importante papel de la energía nuclear



LAS CENTRALES BELGAS DE DOEL-3 Y TIHANGE-2, AUTORIZADAS PARA VOLVER A FUNCIONAR



Central de Doel.

El titular de las centrales nucleares belgas, Electrabel, prepara la entrada en servicio de las unidades Doel-3 y Tihange-2, tras la confirmación por el organismo regulador federal belga, FANC, de que las indicaciones descubiertas en 2012 en las vasijas del reactor de estas unidades no tienen implicaciones para la seguridad de las centrales.

Las indicaciones en una virola de la vasija de Doel-3 fueron descubiertas en el verano de 2012 durante una inspección por ultrasonidos y fueron caracterizadas como defectos laminares, paralelos a la superficie, causados por inclusiones de hidrógeno durante el proceso de forja. Las restantes seis unidades nucleares belgas fueron sometidas a inspección, con el resultado de que sólo la vasija de Tihange-2 tenía

indicaciones similares. Las demás unidades continuaron su operación, y Doel-3 y Tihange-2 han estado paradas desde entonces para pruebas y estudios adicionales.

Los resultados de estos estudios revelan que los defectos proceden del proceso de fabricación, están estabilizados y no afectan a la integridad estructural de las vasijas. Electrabel presentó en diciembre de 2012 un plan de acción para la reanudación de la operación. FANC impuso en enero de este año requisitos adicionales en las técnicas de inspección, la caracterización de las propiedades del material, la integridad estructural de las vasijas y la ejecución de pruebas de sobrepresión. Después del cumplimiento de estos requisitos FANC autorizó la operación el 17 de mayo de 2013. Electrabel ha comenzado inmediatamente la preparación para el arranque de las dos unidades, que está previsto para las próximas semanas y contará con la inspección y vigilancia de personal del FANC.

La prolongada parada de las dos unidades, con un total de 2.111 MW (que producen una sexta parte de la generación total del país), ha supuesto un importante problema en el abastecimiento eléctrico de Bélgica durante el invierno, dando lugar a importaciones y restricciones de suministro.

Fuentes: Nuclear News Flashes, 25 marzo y 8 mayo 2013; NucNet, 26 marzo y 20 mayo 2013; Nucleonics Week, 11 abril 2013 y World Nuclear News, 17 mayo 2013

[Sumario nuclear ▶](#)

[Sumario combustible ▶](#)

[Sumario isótopos ▶](#)

▶ Fennovoima negocia con Rosatom el suministro de un reactor mediano

▶ Los terremotos en Irán no han afectado a la central nuclear de Bushehr

▶ La energía nuclear, imprescindible para combatir el cambio climático

▶ La generación nuclear aumentará en Estados Unidos para 2040

▶ EDF realizará mejoras en Fessenheim para obtener una prórroga de diez años

▶ Contratos para la infraestructura nuclear de Bielorrusia

▶ Entrada en servicio de la primera unidad de la central de Ningde, en China

▶ Parada definitiva de la central de Kewaunee en EEUU

▶ Nuevo hito en las participaciones española y europea para el ITER



FENNOVOIMA NEGOCIA CON ROSATOM EL SUMINISTRO DE UN REACTOR MEDIANO

La cooperativa finlandesa Fennovoima, que está considerando la posibilidad de construir en Hanhikivi un reactor de unos 1.200 MW después de la compra de la participación de la alemana E.On (ver *Flash de abril 2013*), ha elegido para ello el reactor AES-2006, de agua a presión de 1.200 MW, suministrado por la empresa rusa Rosatom, con quien ha comenzado negociaciones.

Sin embargo, Fennovoima continúa las negociaciones con el proveedor japonés Toshiba, para el suministro de un reactor de agua en ebullición ABWR-1600, para el caso de que finalmente eligiera la opción de una central de mayor tamaño. La empresa no ha indicado si la decisión pudiera depender de la participación en la propiedad de un nuevo socio, que podría ser el proveedor, para equilibrar las participaciones tras la retirada de E.On.

Toshiba ha anunciado que estaría dispuesta a ofrecer un ABWR de 1.200 MW. Fennovoima se ha decidido por el modelo ruso en vista de la experiencia de Rosatom en la construcción de hasta 19 AES-2006 en varios países. En todo caso, la empresa tomará una decisión este mismo año.

Sea cual sea la decisión, los diseños deberán ser adaptados para ajustarse a los requisitos finlandeses. Además, como la autorización del Parlamento para la construcción de Hanhikivi era para una central de 1.500 a 2.500 MW, podría ser necesaria una nueva autorización, lo que alargaría los plazos.

Fuentes: NucNet, 5 abril 2013; Nuclear News Flashes, 5 abril 2013 y Nucleonics Week, 11 abril 2013



LOS TERREMOTOS EN IRÁN NO HAN AFECTADO A LA CENTRAL NUCLEAR DE BUSHEHR

El terremoto de grado 6,3 en la escala de Richter que ocurrió el 9 de abril de 2013 a 100 km de la central iraní de Bushehr no afectó a la misma, según ha informado el organismo regulador iraní (INRA) al Organismo Internacional de Energía Atómica.

La central de Bushehr ha sido construida por la empresa rusa Atomstroyexport, filial de Rosatom. Según ha manifestado su director general, Sergei Kirienko, está a punto de ser transferida a su propietaria, la Organización de Energía Atómica de Irán, para su puesta en marcha, generando electricidad para la red iraní. Según Kirienko, la central está diseñada para resistir terremotos de hasta 9,0 en la escala de Richter. Durante el terremoto el reactor estaba subcrítico y el nivel de radiación correspondía al nivel de fondo natural.

Una semana más tarde ocurrió un terremoto mayor, de magnitud 7,8 en la escala de Richter, con epicentro cercano a la frontera de Irán con Pakistán. Según ha comunicado INRA, no ha afectado a ninguna instalación radiactiva del país. En la zona del epicentro no existe ninguna fuente fija de radiación de alta intensidad.

El presidente iraní, Mahmoud Ahmadineyad, inauguró el 9 de abril, el mismo día del primer terremoto, dos minas de uranio en Saghand y una planta de concentrados de uranio en Andekan. Esta planta tiene una capacidad de producción anual de 60 toneladas de U₃O₈.

Fuente: Nucleonics Week, 18 abril 2013



LA ENERGÍA NUCLEAR, IMPRESCINDIBLE PARA COMBATIR EL CAMBIO CLIMÁTICO

Según un informe de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) presentado el 17 de abril en la reunión ministerial sobre energía limpia, en Nueva Delhi, los gobiernos de los países miembros de la Agencia, que son responsables del 75 % de la energía consumida en todo el mundo, no logran descarbonizar sus sistemas energéticos y deberán, entre otros esfuerzos, intervenir para apoyar la energía nuclear.

“La Agencia Internacional de la Energía vuelve a recordar la necesidad de la energía nuclear para frenar las emisiones de CO₂”

La aplicación de mecanismos limpios de producción de energía no ha logrado el nivel necesario para contribuir a la limitación del incremento de temperatura global a 2°C (el llamado escenario 2DS, correspondiente a 450 partes por millón de dióxido de carbono). La “intensidad de carbono” apenas ha cambiado en los últimos 20 años, pese al gran incremento en las energías renovables. Para lograr el objetivo es necesario, de forma urgente, multiplicar el ritmo de descarbonización por un factor muy superior a 2, sin lo cual se alcanzará un incremento de temperatura de 6°C, con las consecuencias conocidas.

Para cumplir los objetivos, junto a otros mecanismos limpios, se necesita aumentar la producción nuclear hasta un 16 % en 2025. Esto significa incrementar la potencia nuclear al ritmo de 16 GW cada año hasta 2020, y 20 GW al año a partir de entonces.

Las condiciones actuales del mercado no son favorables, en vista del descenso en la demanda, las consecuencias de Fukushima y la disponibilidad del gas no convencional.

Las recomendaciones de la AIE para asegurar la necesaria contribución nuclear incluyen un mecanismo como el “contrato por diferencia” que se propone en el Reino Unido para las nuevas centrales nucleares y un esfuerzo de transparencia que informe de forma veraz y objetiva de las ventajas y riesgos de la energía nuclear a las partes interesadas, a fin de mejorar la aceptación pública.

Fuentes: *World Nuclear News*, 6 noviembre 2012 y 17 abril 2013 y *Nuclear Energy Overview*, 22-28 marzo 2013



LA GENERACIÓN NUCLEAR AUMENTARÁ EN ESTADOS UNIDOS PARA 2040

Según ha manifestado el Departamento de Energía de EEUU (DOE), la capacidad nuclear en el país aumentará desde unos 101 GW en el verano de 2012 hasta casi 113 GW en 2040, aunque representará entonces un 17 % de la generación total, frente al 19 % actual.

En su previsión anual nuclear de 2013, la Administración de Información Energética del DOE (EIA) predice que la producción nuclear se incrementará desde 770 teravatios-hora (TWh) hasta 903 TWh. También aumentarán en el mismo periodo la de las centrales de gas natural y las renovables.

En 2020 habrán entrado en servicio 5,5 GW nucleares, cuando estén terminadas Watts Bar 2, Vogtle 3 y 4, y Summer 2 y 3. Para 2035 se prevé que entren en servicio 5,5 GW adicionales, y 2,3 GW más para 2040.

EIA espera igualmente que para 2040 aumente la capacidad en 8 GW por incremento de potencia de las centrales en operación y disminuya en 7,1 GW por la retirada de servicio de centrales antiguas.

Fuente: *Nuclear News Flashes*, 25 abril 2013

EDF REALIZARÁ MEJORAS EN FESSENHEIM PARA OBTENER UNA PRÓRROGA DE DIEZ AÑOS

Electricité de France (EDF) deberá introducir modificaciones para garantizar la seguridad de la segunda unidad de la central de Fessenheim, en Alsacia, similares a las que se están realizando en la primera unidad. Estos trabajos consisten en aumentar el espesor de las losas de los reactores para impedir la penetración de corio –combustible fundido y fragmentos de otros materiales– en caso de accidente, e instalar sistemas adicionales de refrigeración de emergencia.

El organismo regulador francés, ASN, según manifestó el pasado 29 de abril, condiciona su autorización para funcionar diez años más a la realización de estas mejoras antes de que concluya el año 2013. Los avanzados trabajos en Fessenheim I cuestan entre 25 y 30 millones de euros. Las mejoras de Fessenheim 2 serán similares, aunque con pequeñas diferencias.

En el caso de que se otorgue la autorización tras la valoración de las mejoras según lo previsto, las unidades podrían funcionar hasta cumplir los 45 años. Sin embargo, el futuro de la central depende de la decisión gubernamental sobre su parada definitiva, establecida por el presidente Hollande para 2016, conforme a su programa electoral. Hay una considerable resistencia sindical a que lleve a cabo esta parada ([ver Flash de abril 2013](#)), y se considera que el plan de sustitución de parte de las centrales nucleares francesas por renovables llevaría a incrementos de la factura eléctrica o la concesión de subvenciones. La parada no está aprobada por ley, y actualmente

Central de Fessenheim
(© EDF).



se debate a nivel nacional la posible “transición energética”, que debería estar contenida en una ley.

Fuentes: NucNet, 30 abril 2013; World Nuclear News, 30 abril 2013 y Nucleonics Week, 2 mayo 2013

CONTRATOS PARA LA INFRAESTRUCTURA NUCLEAR DE BIELORRUSIA

Los gobiernos de Rusia y Bielorrusia han firmado un acuerdo para constituir en este último país la infraestructura necesaria para la operación segura de la central nuclear rusa que se construye en el país. El acuerdo proveerá la base para el marco legal en Bielorrusia, establecerá centros de emergencia y procederá a la formación de especialistas para la operación de las nuevas centrales.

El contrato llave en mano para la construcción de la central, con dos unidades AES-2006 de 1200 MW, en el emplazamiento de Ostrovets, se firmó el 18 de julio de 2012 entre el vicepresidente primer ministro de Bielorrusia y el director general adjunto de Rosatom, con un precio de 7.600 millones de euros. Los reactores, diseñados por Hidropress, son una evolución del modelo VVER, y tendrán todas las características de seguridad definidas tras Fukushima, incluyendo sistemas pasivos y colectores de corio. Se están construyendo también reactores de este tipo en otros emplazamientos como Kaliningrad, Novovozh II y Leningrad II.

La construcción en Ostrovets va avanzando, aunque aún no se ha hormigonado la losa del primer reactor, y se prevé la entrada en servicio de las unidades en 2018 y 2020, respectivamente. La empresa rusa AtomEnergomash (AEM) suministrará los equipos pesados como vasijas, estructuras del núcleo y los colectores de corio.

Fuentes: World Nuclear News, 19 julio 2012 y 19 abril 2013 y NucNet, 19 septiembre 2012 y 5 febrero 2013



ENTRADA EN SERVICIO DE LA PRIMERA UNIDAD DE LA CENTRAL DE NINGDE, EN CHINA



Central nuclear de Ningde (© www.news.cn).

La primera unidad de la central nuclear de Ningde, en la provincia china de Fujian, entró en operación comercial el 18 de abril de 2013, después de su conexión a la red en diciembre de 2012 y la realización de un programa de pruebas operacionales y la obtención de las pertinentes autorizaciones.

La central, propiedad de Guangdong Nuclear Power Company (46 %), China Datang Corporation (44 %) y el Grupo de Energía de la provincia de Fujian (10 %), constará de cuatro unidades de agua a presión del tipo CPR-1000. La primera unidad ha tardado 58 meses en su construcción y se espera que las cuatro unidades estén en servicio a finales de 2015.

Fuente: *World Nuclear News*, 23 abril 2013 y *IAEA Pris*, 20 mayo 2013



PARADA DEFINITIVA DE LA CENTRAL DE KEWAUNEE EN EEUU

El 7 de mayo de 2013 la empresa Dominion retiró definitivamente del servicio la central de Kewaunee, un PWR de 581 MW, situada en el estado de Wisconsin. La central, que

comenzó a funcionar en 1974, fue adquirida por Dominion en 2005 como parte de un plan para establecer un parque nuclear en el Medio Oeste. Sin embargo no logró adquirir otras unidades en la zona, ni tampoco venderla de nuevo. Esto, unido a la perspectiva de baja demanda en los próximos años y al bajo precio actual del gas de esquistos hace que esta central, pequeña y aislada, sea poco competitiva. La empresa transferirá el combustible a contenedores secos en el plazo de cinco años y procederá después al desmantelamiento y clausura durante un periodo de varias décadas. Dominion dispone para ello de un fondo de 392 millones de dólares que le fue transferido cuando adquirió la central.

Domion considera la situación de Kewaunee, que por otra parte funciona perfectamente y está autorizada hasta 2033, como una excepción en su interés general por la energía nuclear, que considera imprescindible para el país. La empresa continuará la operación de sus otras seis centrales en Virginia y Connecticut, y prosigue su plan de obtener una autorización combinada de construcción y operación para una nueva unidad en North Anna, en Virginia, en estudio por la Comisión Reguladora Nuclear.

Por otra parte, Duke Energy ha anunciado que la central de Crystal River, un PWR de 860 MW, operada en Florida por su filial Progress Energy, será retirada definitivamente del servicio. La unidad está parada desde 2009 a consecuencia de daños en el edificio del reactor causados por la abertura que se practicó en ese año para introducir nuevos generadores de vapor. Aunque la reparación es posible, la tarea presenta riesgos técnicos que pueden ocasionar retrasos y sobrecostes que hacen inviable la opción.

Fuentes: *World Nuclear News*, 22 octubre 2012 y 7 mayo 2013; *Nucleonics Week*, 25 octubre 2012 y mayo 2013; *Nuclear Engineering International*, diciembre 2012; *NucNet*, 6 febrero 2013 y *Nuclear Energy Overview*, 1-7 febrero 2013



NUEVO HITO EN LA PARTICIPACIONES ESPAÑOLA Y EUROPEA PARA EL ITER

La empresa española de ingeniería GTD Sistemas de Información S.A. ha obtenido, en competencia internacional, un contrato para la prestación de servicios de instrumentación y control para el proyecto de fusión ITER, que contribuirá a la integración de los servicios de la instalación. El contrato, por valor de 5 millones de euros, ha sido otorgado por la agencia responsable de los suministros europeos para el ITER, *Fusion for Energy* (F4E).

GTD Sistemas de Información estará asociada con el Centro de Culham para la Energía de Fusión, de la Autoridad de Energía Atómica del Reino Unido, para todos los aspectos relativos a la experiencia en la fusión nuclear y contará con los servicios de la empresa española JMP Ingenieros, de la Rioja, para la provisión de equipos electrónicos.

El contrato incluye también el desarrollo de los programas informáticos necesarios para el diagnóstico y la medida del campo magnético y del plasma, que constituyen el proceso más crítico de la instalación, así como el suministro de equipo y servicios para la integración de los sistemas europeos de la planta criogénica. La duración estimada de los trabajos es de cuatro años.

Por otra parte, ha comenzado con éxito la operación del Dipolo Europeo (EDIPO), instalación comenzada en 2005, con un imán con una densidad de flujo magnético de 12,5 teslas (unas 300.000 veces la del campo magnético de la Tierra). Esta instalación, ubicada en el Instituto Paul Scherrer, en Suiza, permitirá probar muestras cortas de los cables conductores

“ La española GTD Sistemas de Información prestará servicios de instrumentación y control para el mayor proyecto de fusión que se construye en el mundo ”

de los cables conductores

encerrados en conductos, en lugar del imán completo, a niveles adecuados para verificar sus propiedades antes de la producción final.

Fuentes: NucNet, 29 abril 2013 y GTD, 6 marzo 2013

Exposiciones, cursos y premios

■ Barcelona acogerá del 16 al 20 de septiembre de 2013 el **XI Simposio Internacional de Tecnología de Fusión Nuclear (ISFNT)**.

Más información:

www.isfnt-ii.org

■ La **39ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española** tendrá lugar en Reus, del 25 al 27 de septiembre.

Más información:

www.reunionanualsne.es

■ Convocados los “**Premios de Física**” Real Sociedad Española de Física-Fundación BBVA.

Bases de la convocatoria:

www.fbbva.es/TLFU/dat/PremiosRSEF_bases.pdf

■ Abierto el plazo de inscripción para la 6ª edición del curso *online* “**Técnico Experto en Protección Radiológica-Instalaciones Radiactivas**”, que dará comienzo el próximo 16 de septiembre y finalizará el 17 de enero de 2014.

Más información:

<http://aulavirtual.ciemat.es/aulavirtual@ciemat.es>

▶ China reprocesará el combustible usado en sus centrales nucleares

▶ NAC International comprada por Hitachi Zosen

▶ Prosigue el desmantelamiento de los reactores Magnox en el Reino Unido

▶ Contratiempos en los trabajos de Fukushima-Daiichi

▶ Investigación sobre contenedores de combustible de alto quemado

▶ Combustible de Areva para el reactor de investigación de Jordania

▶ Duda sobre la construcción de la fábrica de combustible MOX en EE UU

“ Las autoridades chinas han elegido desde el comienzo de su programa nuclear el ciclo cerrado de combustible con la intención de reprocesar los combustibles usados ”

CHINA REPROCESARÁ EL COMBUSTIBLE USADO EN SUS CENTRALES NUCLEARES

China reprocesará sus combustibles nucleares usados en una instalación que será suministrada por Areva, según la carta de intención firmada en Beijing el 25 de abril de 2013 entre los dirigentes de Areva y China National Nuclear Corporation (CNNC), Luc Oursel y Sun Qin, respectivamente, en presencia de los presidentes francés y chino, François Hollande y Xi Jinping.

El reproceso y reutilización de los combustibles usados ha estado siempre en los planes chinos desde el principio de su programa nuclear en los años 1980. Actualmente, una parte de este combustible se almacena en las centrales y otra en una instalación centralizada dedicada al ciclo de combustible nuclear cerca de Lanzhou, en la provincia de Gansu.

En 2020 se habrán acumulado unas 1.000 toneladas de combustibles y habrá 40 reactores añadiendo combustibles cada año.

La instalación de reproceso tendrá una capacidad de tratamiento de 800 toneladas al año. Cuando esté en operación, separará los elementos reciclables, como el uranio y el plutonio, los residuos altamente radiactivos y los fragmentos metálicos de vainas y estructuras. Los combustibles reciclables se destinarán a reactores reproductores rápidos o se incorporarán en combustibles MOX para uso en reactores térmicos. El resto se compactará para disposición en repositorios profundos, que se ubicarán en uno de tres emplazamientos previstos en la provincia de Gansu.

Fuente: World Nuclear News, 26 abril 2013

NAC INTERNATIONAL COMPRADA POR HITACHI ZOSEN

La empresa de ingeniería japonesa Hitachi Zosen, con base en Osaka, ha comprado a United States Enrichment Corp. su filial NAC International por un importe de 45 millones de dólares.

Contenedores Magnastor de NAC en la central de Palo Verde (© NAC).



NAC International (antes llamada Nuclear Assurance Corporation) posee la tecnología de contenedores de almacenamiento y transporte de combustibles usados y presta servicios de consulta e información sobre el ciclo de los combustibles nucleares, así como las operaciones de almacenamiento y transporte de combustibles usados.

Hitachi Zosen fabrica desde hace 30 años contenedores de almacenamiento y transporte y ha fabricado múltiples contenedores de este tipo para NAC International. Con la adquisición de esta última, Hitachi-Zosen aspira a convertirse en un proveedor integrado de servicios, abarcando la consulta, diseño y fabricación de contenedores y el transporte de los mismos, en el mercado internacional.

Fuente: World Nuclear News, 25 enero 2013



PROSIGUE EL DESMANTELAMIENTO DE LOS REACTORES MAGNOX EN EL REINO UNIDO

La empresa Magnox Electric Ltd, encargada por la Autoridad de Clausura Nuclear del Reino Unido (NDA), prosigue sus trabajos para el desmantelamiento de todos los reactores de grafito-gas y uranio natural (llamados *Magnox* en referencia al material de las vainas de sus elementos combustibles). Los trabajos se refieren hoy principalmente a la retirada de los combustibles y envío a las instalaciones de reproceso en Sellafield (Cumbria).

Los emplazamientos son los siguientes:

- La veterana central escocesa de Chapelcross, con cuatro pequeñas unidades que han funcionado desde los años 50 hasta 2004. Desde 2009 hasta el 26 de febrero de 2013 se

Últimos generadores de vapor retirados de Berkeley (© Magnox).



enviaron a Sellafield los 38.000 elementos combustibles, en 257 remesas de contenedores. Con el último envío la radiactividad en el emplazamiento se ha reducido en un 99 %.

- La central de Berkeley, en Gloucestershire (dos unidades de 138 MW, que funcionaron desde 1962 hasta 1984-85). De los 15 generadores de vapor, los dos últimos, con un peso unitario de 300 toneladas se han enviado a Studvik, en Suecia, para su descontaminación y reciclado.
- Hinkley Point A, en Somerset (dos unidades de 267 MW que funcionaron desde 1965 hasta 2000). Se han eliminado 2.100 toneladas de amianto, el mayor riesgo no radiológico del emplazamiento.
- Trawsfynydd, en Gales (dos unidades de 235 MW que funcionaron desde 1964 hasta 1991). Se ha retirado ya todo el combustible y se procede a reducir en altura y reforzar los edificios de los reactores para que queden en estado pasivo desde 2016 hasta 2070, cuando la radiación haya disminuido significativamente.
- Oldbury, en Gloucestershire (dos unidades de 230 MW que funcionaron desde 1967 hasta 2011-2012). Se está procediendo a retirar el combustible. En la unidad 1 ya se ha retirado el 16 % del combustible y en la unidad 2, que fue parada un año más tarde, se ha comenzado la retirada en contenedores, que se envían a Sellafield por ferrocarril. Cuando esté terminada la retirada de los 25.000 elementos existentes, habrá desaparecido el 99 % de la radiactividad en el emplazamiento y las unidades entrarán en un proceso de mantenimiento que durará hasta entre 2092 y 2101, cuando haya decaído la radiactividad restante.

Fuentes: NucNet, 27 febrero 2013 y World Nuclear News, 27 febrero, 8 y 18 marzo 2013

CONTRATIEMPOS EN LOS TRABAJOS DE FUKUSHIMA-DAIICHI

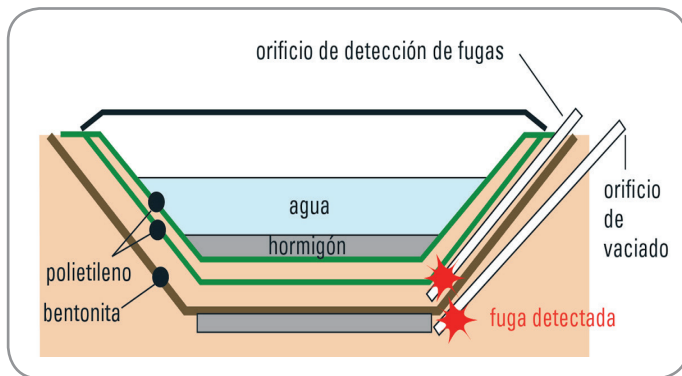
El importante programa de ejecución de medidas para llevar la accidentada central de Fukushima-Daiichi a una situación segura, descarga de los combustibles dañados y posterior descontaminación y rehabilitación ha sufrido en el mes de abril dos percances que han obligado a la empresa titular, Tepco, a ejecutar trabajos adicionales que se espera estén terminados en breve.

La indisponibilidad de los sistemas de refrigeración del combustible obligó, en su día, a enfriar las vasijas mediante bombeo de grandes volúmenes de agua contaminada y que se acumula en las partes bajas de los edificios de turbinas, desde donde se recircula tras su descontaminación, pero no se puede descargar al ambiente. El agua se almacena en depósitos cilíndricos, con una capacidad de 325.000 m³, situados en la superficie y también en siete cisternas cubiertas, con fondo impermeabilizado y dotadas de instrumentos para detectar posibles fugas y con una capacidad de 58.000 m³. Estos instrumentos han detectado fugas en las cisternas 1, 2 y 3, con un total de unos 15.500 m³.

Tepco ha bombeado parte de esta fuga a los depósitos existentes y construye aceleradamente depósitos nuevos, que llevará la capacidad de almacenamiento a más de medio millón de metros cúbicos. Mientras tanto está vaciando las cisternas dañadas. Las medidas iniciadas en las aguas subterráneas no han revelado niveles importantes de radiactividad y Tepco está realizando sondeos a 100 metros de las cisternas para comprobar la extensión de las fugas.

Por otra parte, las labores en curso en el emplazamiento fueron afectadas por dos fallos de suministro eléctrico el 19

Esquema de las cisternas (©Tepco).



de marzo y el 5 de abril, que duraron 6 y 5 horas respectivamente y fueron causados por roedores que entraron en cajas de interruptores y mordieron los cables. El agua de los sistemas de refrigeración se calentó apenas una décima de grado, pero Tepco ha tomado medidas para impedir esta clase de accesos a sus equipos eléctricos.

Fuentes: World Nuclear News, 5 y 18 abril 2013; Nucleonics Week, 11 abril 2013, NucNet, 10 abril 2013 y Tepco, 26 abril 2013

INVESTIGACIÓN SOBRE CONTENEDORES DE COMBUSTIBLE DE ALTO QUEMADO

La seguridad del almacenamiento de combustibles de alto grado de quemado en contenedores secos será objeto de un programa de investigación encargado por el Departamento de Energía de EEUU (DOE) y la industria nuclear estadounidense al Instituto de Investigación sobre Energía Eléctrica (EPRI). DOE invertirá 15,8 millones de dólares y la industria al menos el 20 % del proyecto, que durará cinco años, según ha manifestado el EPRI.

Aunque ya se ha analizado el efecto individual de elementos combustibles de este tipo, se trata ahora de comprobar el efecto acumulado de una carga completa, para lo que se equipará la tapa de un contenedor con instrumentación avanzada para tomar muestras del gas de relleno y monitorizar las temperaturas y otras variables durante el enfriamiento del combustible.

El programa final de actuación se aprobará en 2013, después de que el programa preliminar se someta en septiembre de 2013 a información pública. Se prevé que la primera carga de combustible en un contenedor provisto de la nueva instrumentación tendrá lugar a mediados de 2017.

Fuente: Nuclear News Flashes, 22 abril 2013



COMBUSTIBLE DE AREVA PARA EL REACTOR DE INVESTIGACIÓN DE JORDANIA

Se ha firmado un contrato para el suministro de la carga inicial y la primera recarga de combustible para el reactor de investigación JRTR, que se construye en la Universidad de Ciencia y Tecnología de Jordania.

El reactor JRTR está siendo suministrado por un consorcio formado por el Instituto de Investigación de Energía Atómica de Corea del Sur (Kaeri) y la empresa coreana Daewoo, mediante contrato firmado en marzo de 2010 con la Comisión de Energía Atómica jordana. Se trata de un reactor de agua pesada de 5 MW térmicos, derivado del reactor de alto flujo de 30 MW térmicos de Corea, a su vez derivado de las unidades *Maple* de agua pesada canadienses, que no llegaron a funcionar. El reactor servirá para formación de científicos e ingenieros, producción de radisótopos y aplicaciones en la industria y agricultura y se pondrá en servicio en 2015, a un coste de unos 173 millones de dólares.

El combustible, en forma de placas con el uranio enriquecido al 19 %, ha sido contratado por el consorcio a la empresa francesa Areva, que había recibido anteriormente el encargo de suministrar conjuntos combustibles prototipo. Los elementos combustibles serán entregados en 2015.

Fuentes: World Nuclear News, 7 diciembre 2009 y 18 abril 2013; NucNet, 18 abril 2013; WNA, Nuclear Power in Jordan, octubre 2013 y A. Havari y S. Malkawi, 18 noviembre 2011



DUDA SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE LA FÁBRICA DE COMBUSTIBLE MOX EN EE UU

El Departamento de Energía de EE UU (DOE) estudia la posibilidad de aplazar o suspender los trabajos de construcción de la fábrica de combustibles mezclados de uranio y plutonio (MOX) en Savannah River, en Carolina del Sur. La fábrica empezó a construirse en 2007 como consecuencia del acuerdo firmado en 2000 por EE UU y Rusia para destinar cada uno a usos civiles 34 toneladas de plutonio de los programas militares. El contrato para la construcción fue otorgado por National Nuclear Security Administration (NNSA), una agencia semiautónoma de DOE para asuntos de Defensa, a un consorcio de Areva y la empresa Shaw, con un presupuesto estimado de 4.800 millones de dólares y una fecha de puesta en servicio de 2016. Hasta finales del año fiscal 2012, se habrían gastado 3.000 millones y el presupuesto para el año fiscal 2013 (que termina en octubre de 2013) es de 438 millones de dólares.

En la actualidad se estima que el coste total será de 7.700 millones y la fecha de terminación 2019. A la vista de estos datos DOE ha reducido el presupuesto para el año fiscal 2014 hasta 320 millones y encargado al contratista un estudio sobre costes y plazos para decidir sobre la continuación del proyecto o la disposición del plutonio por otros procedimientos. No hay por el momento ningún acuerdo de suministro a posibles usuarios de los combustibles MOX en EE UU.

Por otra parte, el Senador republicano Lindsay Graham defiende en el Comité del Senado para los servicios de Defensa la continuación del programa y apremia a DOE a su conclusión inmediata.

Rusia, por su parte, destina su plutonio militar para su utilización pacífica en reactores reproductores rápidos.

Fuentes: Nucleonics Week, 18 y 25 abril 2013 y World Nuclear News, 18 abril 2013

► Confirmación del modelo estándar del Universo

► Futura minería espacial

► ¿Conocemos suficientemente la Vía Láctea?

► Los “padres” de todos los hombres proceden de hace 340.000 años

► Aumento de la acidez de los océanos

CONFIRMACIÓN DEL MODELO ESTÁNDAR DEL UNIVERSO

El pasado abril de 2013, investigadores de la Agencia Europea del Espacio (ESA) dieron a conocer las respuestas del crepúsculo del *big bang*, entre ellas la conocida como fondo de microondas cósmico (CMB, por sus siglas en inglés). Una de ellas confirma el modelo de cómo nació el Universo y de dónde procede. Algunos de los científicos implicados señalaron que las observaciones del satélite *Planck* revelarán algunas partes que el modelo estándar no explica.

Según el modelo estándar, que dura ya treinta años, el Universo surgió en el *big bang* como una sopa densa y muy caliente de materia y energía. En los primeros 10^{-30} segundos el espacio mismo se expansionó más rápidamente que la velocidad de la luz. Esta “inflación” configuró el espacio como si fuera “llano”, en el sentido de una sábana colgada y tensa. Simultáneamente, las pequeñas fluctuaciones cuánticas ampliaron la densidad de la sopa inicial, y ello produjo la formación de las galaxias y las variaciones en la temperatura en el fondo cósmico de microondas.

De los estudios del CMB y de otras observaciones, principalmente de los datos obtenidos por el satélite WMAP entre 2001 y 2010, los equipos que estudian el cosmos han podido deducir la composición del Universo. Esta es la siguiente: el 4,9 % es materia ordinaria, el 26,8 % es la misteriosa materia oscura cuya gravedad mantiene las galaxias apartadas y el 68,3 % restante es energía oscura que abarca todo el espacio. El Universo tiene 13.900 millones de años, 100 millones de años más de lo que el WMAP había encontrado. Estos datos concuerdan con las distribuciones de tamaños calientes y fríos de la distribución total.

Algunos factores, como el que las variaciones de temperatura del Universo norte sean más débiles que las del Universo

sur, son cuestiones a interpretar en el futuro, así como la división entre materia y energía oscuras, cómo se realizó la inflación y otras no conocidas actualmente.

Fuente: *Science*, 29 marzo 2013

FUTURA MINERÍA ESPACIAL

En una reunión del Centro Australiano de Ingeniería Espacial, celebrada en Sydney, estuvieron presentes un grupo de empresas mineras, expertos en robótica, científicos lunares y agencias del Gobierno para prever el futuro de la minería espacial.

Previamente se habían creado dos empresas: la primera es Planetary Resources, de Washington, que dispondrá de telescopios en dos años, y la segunda Deep Space Industries de Virginia, que espera recoger chatarra de metales de asteroides hacia 2020. Una tercera empresa ofrecerá viajes a la Luna, incluyendo posiblemente la minería lunar.

En unas pocas décadas estas empresas podrían extraer de la Luna metales preciosos como platino y oro, y los elementos de tierras raras como el itrio y el lantano. El agua helada de los polos lunares sería un componente valioso y, descompuesta en oxígeno e hidrógeno podría usarse como propulsor de naves espaciales.

Una de las cuestiones a resolver es la minería. La superficie lunar es de grano fino abrasivo y tiene carga eléctrica. Hay soluciones semejantes en la minería extractiva actual que podrían alterarse en la medida que lo requieran la presencia de agua y el volumen del transporte de inertes. Además de los transportes de sólidos, se supone que el hidrógeno procedente del agua servirá para intercomunicar y, evidentemente, para respirar.

Fuente: *New Scientist*, 2 marzo 2013



¿CONOCEMOS SUFICIENTEMENTE LA VÍA LÁCTEA?

La existencia de un modelo irreversible en la estructura del Universo ha renovado nuestras ideas sobre su forma y sus implicaciones. Su forma de presentación en espirales, las galaxias, plantea ya el primer problema: si se forman según un patrón común o hay variaciones en su crecimiento.

El primer paso provino de una investigación publicada en 2011 sobre unas 15.000 galaxias para indicar cuáles de ellas eran levóginas o dextróginas; la asimetría hallada a favor de una tendencia hacia la izquierda puede depender de la posición de la Tierra y cómo desde ella se ven las galaxias.

La existencia de las galaxias contradice nuestra idea del cosmos, que supone una distribución uniforme de la materia y de la energía. Sin embargo, la casi uniformidad de las emisiones de las estrellas más lejanas y del fondo cósmico de microondas (CMB) ratifica esta situación. Investigaciones posteriores han ampliado la distancia hasta 250.000 galaxias espirales y 3.400 millones de años luz.

La naturaleza no está exenta de asimetrías: los aminoácidos son más levógiros que dextrógiros, y los neutrinos tienen un espín a izquierdas. Una tal asimetría a escala cósmica tendría implicaciones importantes. No obstante, es necesario acudir a medidas más exactas y precisas.

Guías al comportamiento de nuestras galaxias, pueden proceder de nuestra situación en la Vía Láctea: vemos solamente una parte de las galaxias y entre ellas la Vía Láctea, que es una de las menos conocidas por nosotros. Solamente sabemos que es de tipo espiral y, por analogía con otras galaxias, tiene en su centro un agujero negro. Pero tampoco sabemos en qué dirección marchamos porque estamos rodeados de estrellas que obstaculizan nuestras observaciones. Así lo reconocen nuestros expertos, que esperan obtener una mejoría

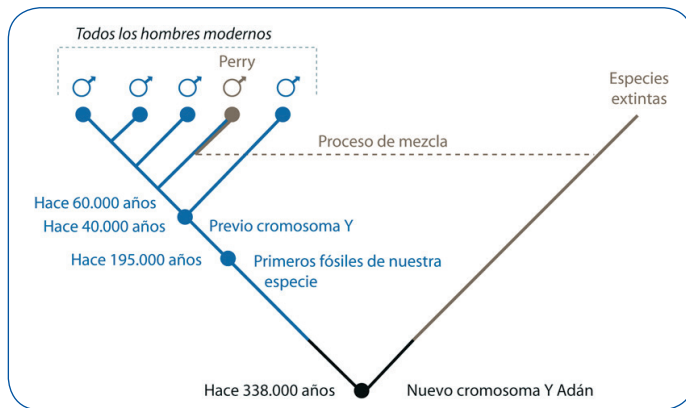
Vía Láctea (Foto © NASA).



con el telescopio *Gaia* que funcionará en 2013. Aún así no tendremos una información completa del comportamiento de otras estrellas procedentes de nuestra galaxia, salvo en el caso de algunas estrellas situadas en la periferia observadas por el satélite *Hipparcos*, que podrá mejorar la información más allá de los mil o 100.000 años luz por encima de nuestro plano galáctico.

Fuentes: *New Scientist*, 25 agosto 2012 y 15 febrero 2013 y *Science*, 3 agosto 2012

LOS "PADRES" DE TODOS LOS HOMBRES PROCEDEN DE HACER 340.000 AÑOS



“ Los primeros fósiles de nuestra especie tienen 195.000 años ”

Albert Perry, un afroamericano de Carolina del Sur, EEUU, fallecido hace unos años, sometió a examen un cromosoma suyo para dilucidar su origen. Para sorpresa de sus familiares, recibieron la noticia de que su cromosoma “Y” no podía ser incluido entre los cromosomas sexuales ordinarios, sino que pertenecía a una especie diferente.

Consultados algunos especialistas comprobaron que probablemente se trataba de un linaje, después extinguido, que era anterior a los 380.000 años, y del que proceden los

actuales cromosomas sexuales “Y Adán” que conservan aún 1.500 hombres en EEUU.

Cromosomas “Y Adán” han sido hallados en zonas de África próximas a la de procedencia de Albert Perry.

Los primeros fósiles de nuestra especie tienen 195.000 años, lo que plantea numerosas preguntas sobre su descendencia hasta nuestros días. Nuestras hembras podrían haberse mezclado con machos que compartían y tenían una composición que ha desaparecido. Hay en este proceso uniones de origen *Neandertal* y de *Denisovanes* en otras mezclas de latinos y de Oriente Medio.

Fuente: *New Scientist*, 15 marzo 2013

AUMENTO DE LA ACIDEZ DE LOS OCÉANOS

El afloramiento del agua de capas profundas producido por las corrientes marinas y otras inversiones lleva a la superficie

agua con un contenido de dióxido de carbono (CO_2) mayor del normal. Esta aportación significa que el CO_2 lleva la presión parcial de CO_2 en el equilibrio $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_3\text{H}^- + \text{H}^+$ a aumentar la acidez del agua de mar y a reducir los iones CO_3H , que son utilizados por las larvas de las ostras para el crecimiento de sus conchas. Esto influye en la producción de todo tipo de crustáceos y puede disminuir la producción de almejas, ostras y mejillones.

Desde la época preindustrial, el pH de los océanos ha bajado de 8,2 a 8,1, lo que significa un aumento de la acidez de un 30%. No hay que temer otros cambios, pero sí observar que el tipo de retención del CO_2 por los organismos marinos conduce más a la especie CO_3H^- en forma de aragonito que a la de la forma carbonato cálcico.

Hace 125.000 años el nivel del agua era unos metros más alto que el actual, pero su morfología era bastante parecida. Las alturas máximas oscilaban entre 6,6 y 9,4 metros, deducidos de dataciones uranio-torio y elevaciones de corales fósiles del último periodo interglacial con 711 medidas en 16 partes del mundo, con correcciones por los procesos glacio-hidro-isostáticos durante los ciclos glaciales. Todas ellas indican la elevación hacia 115.000 años y la vuelta hacia la normalidad de 9-10 metros por debajo del nivel inicial.

La variabilidad del agua de mar en otras épocas es muy limitada porque las cantidades de cloro y sodio son elevadas, del orden de $6,47 \times 10^{20}$ y $7,5 \times 10^{20}$ molar, respectivamente, y porque los cambios en el agua de mar son escasos y lo han sido en las épocas pasadas. Medidas basadas en el comportamiento geológico del azufre contenido han dado origen a diferencias en la composición basadas en la comparación con baritas que muestran variaciones hace 55 y 120 millones de años: en la primera probablemente se habían roto las uniones continentales y hubieran quedado libres los yacimientos de evaporitas en la formación del mar Mediterráneo y en la segunda habría tenido lugar la apertura del Atlántico Sur.

Fuente: *Science*, 13 y 20 julio 2012



www.foronuclear.org

SOCIOS FORO NUCLEAR

AEC • AMAC • 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
 EDP • 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
 IBERDROLA • INGENIERÍA IDOM INTERNACIONAL • INSTITUTO DE LA INGENIERÍA DE ESPAÑA
 NUCLENOR • OFICEMEN • PROINSA • SENER • SEOPAN • SERCOBE • SIEMSA
 TAMOIN POWER SERVICES • TECNATOM • TECNIBERIA • TÉCNICAS REUNIDAS • UNESA
 UNESID • VINCI ENERGIES • WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN
 WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES