

## La energía nuclear civil, tan peligrosa como la militar (3).

### Emisiones de CO2 de las nucleares de Cataluña.

El Foro Nuclear (FN), conocido como el "Foro de la Industria Nuclear española", es una agrupación de 31 empresas que representan la casi totalidad del tejido nuclear del estado. Cada año, el FN publica el informe "Resultados y perspectivas nucleares" [1], un repaso del estado de esta tecnología en clave propagandística; uno de los apartados de dicho anuario, titulado "Opinión pública en España", incluye una encuesta, realizada por la multinacional de investigaciones de mercados IPSOS [2], sobre el grado de aceptación de la energía nuclear [3].

El rigor de la encuesta es discutible; no hay datos para conocer la dimensión o el ámbito de la muestra. Pero lo que importa es que en la edición 2012 se apunta una renovación de la estrategia pro-nuclear: además de constatar, como no podía ser menos, que la aceptación de las nucleares mejora en relación al 2011; recupera una vieja variable de manipulación de respuestas. El texto dice:

*“Se observa que, por tercera vez en ocho años, la energía nuclear se encuentra por debajo del 50% en los “en contra” y también es la tercera vez en que los “a favor” superan el 30%. Además, al conocer la producción de electricidad de origen nuclear (20%), el rechazo disminuye hasta el 50%, el tercer resultado menos negativo desde los últimos ocho años. Y sube la aceptación hasta el 43%, es decir, los indecisos se definen “a favor”.”*

***“Al informar al encuestado que la producción de energía eléctrica en centrales nuclear es “limpia”, no emite gases de efecto invernadero, el rechazo disminuye en 2012 hasta el 35%, mientras que el apoyo alcanza el 60%”*** (las negritas son mías)

El primer párrafo es una repetición de la mentira habitual por la que la energía nuclear es imprescindible en el "mix" energético. Pero el segundo recupera una de las falacias clásicas del "renacimiento nuclear": la valoración positiva de una tecnología "que no emite gases de efecto invernadero". A lo que se lee, parece que la industria apuesta por volver al "renacimiento".

La falacia de una nuclear "limpia de emisiones de CO2", u otros gases de efecto invernadero, fue la más repetida en el período 2001 a 2011, algunas webs nucleares mostraban entonces un logotipo donde se podía leer: "Fiable, segura y no emite CO2 "; cuando Fukushima volvió a echar por tierra el mito de la seguridad, el logotipo desapareció, pero sólo era cuestión de tiempo que la falacia volviese [4]. Una mentira continuamente repetida se convierte en una verdad socialmente aceptada, y urge ganar partidarios aprovechando el conflicto del cambio climático.

La elaboración del combustible nuclear es larga y compleja. Sin combustible un reactor es un artefacto inútil, y es en su fabricación, una cadena de producción gigante de la que el reactor es tan sólo una pieza, dónde se emiten cantidades importantes de CO2. Estas cantidades dependen de muchas variables, sujetas a criterios muy diversos, y a una serie de intereses fácilmente comprensibles. Como muestra el excelente análisis comparativo, hecho en 2008 por el profesor Benjamin K. Sovacool, que descarta 84 estudios de emisiones de CO2, de un total de 103, por problemas de fecha, accesibilidad o metodología [5].

Pero se puede realizar un cálculo aproximado de emisiones. Con los datos de materiales y consumo de energía que suministra la página de calculadoras del WISE-NIRS [6], y los valores de emisiones mínimos recopilados por Storm & Smith, que recoge Sovacool en su síntesis. Para el transporte se pueden aplicar los índices del Boletín Informativo del ANAVE (Asociación de Navieros Españoles) [7] que abordan las emisiones de ferrocarriles, barcos y camiones.

Planteado bajo una hipótesis de mínimos, el cálculo de emisiones conducirá a un resultado de mínimos. Mínimos sí, pero suficientes para rebatir la mentira de la "nuclear que no emite gases de efecto invernadero", aunque la repetición de dicha mentira no acabará por muchos datos que se den.

En cada recarga, las nucleares de Cataluña suelen cambiar 64 de los 157 elementos combustibles del reactor. Estos 64 elementos contienen unas 28,8 toneladas de óxido de uranio

“fresco” [8]. La fabricación de dicho combustible implica un mínimo de seis etapas de consumo energético y emisiones de CO2 asociadas; los cálculos se harán sobre las magnitudes energéticas necesarias para obtener los materiales y sobre los desplazamientos necesarios. Las seis etapas serían:

- a) La extracción del mineral, el triturado y la conversión en "pastel amarillo";
- b) El transporte del "pastel amarillo" hasta las fábricas de conversión y "enriquecimiento";
- c) La conversión, el "enriquecimiento" del uranio y la fabricación del óxido de uranio;
- d) El transporte del óxido de uranio en la fábrica de elementos combustibles;
- e) La fabricación de los elementos combustibles y, finalmente,
- f) El transporte de los elementos combustibles hasta la central nuclear correspondiente.

El mineral con el que se fabrica el combustible nuclear lo gestiona ENUSA (Empresa Nacional del Uranio SA), según el Foro Nuclear, las necesidades "(...) se cubren actualmente en un 35% por empresas mineras de Canadá y Australia (Cameco, BHP-P y Río Tinto), otro 35% por mineras africanas (Nufcor, en Sudáfrica; Cominak, en Níger, y Río Tinto, en Namibia) y el 30% restante por la empresa Tenex, de la antigua URSS" [9] .

La dureza de la roca y la riqueza del mineral determinan las emisiones de la primera etapa: la extracción; cuanto menor sea la concentración de uranio más toneladas de rocas habrá que remover y procesar para obtener la cantidad necesaria; cuanto más dura la roca, mayor energía fósil para trabajarla, y más emisiones. En los yacimientos mencionados por el FN la concentración va desde un 0,98% en el caso de Canadá, hasta el 0,06% en el caso del Kazajstán.

La situación geográfica de los yacimientos determina el volumen de las emisiones del transporte. En este cálculo se parte de una hipótesis ideal: el uranio de una recarga completa proviene de la mina COMINAK, en Níger, la más cercana a las plantas de procesamiento europeas. La concentración de uranio en esta mina es de un 0,335%, lo que significa que se debe remover una tonelada de mineral para obtener 3,35 kilogramos de uranio, pero como la roca es una mezcla de varios minerales, en realidad se deben remover unas 380.000 toneladas de rocas para obtener las 212,3 toneladas de **mineral de uranio** que se precisan para fabricar el combustible de una recarga.

Resulta fácil imaginar la maquinaria necesaria, una maquinaria que consume gasóleo, gasolina o electricidad de origen fósil (carbón, gas o derivados del petróleo) y emite CO2 y otros gases de efecto invernadero: martillos neumáticos, excavadoras, tractores y camiones; molinos para triturar el mineral; máquinas de remover y mezclar, para extraer, moler y transformar (incluyendo la disolución con ácidos). El resultado de todo ello son 244 toneladas de "**pastel amarillo**" (U3O8, un óxido de uranio), que es la materia prima del combustible nuclear, y el vertido a la atmósfera de un mínimo de **177,5 toneladas** de CO2 [10] , que deberían contabilizarse como las primeras emisiones de la central nuclear.

Una vez fabricado, el "pastel amarillo" irá a las fábricas de combustible. El Foro Nuclear informa que: "(...) los servicios de enriquecimiento se garantizan, en parte, mediante la participación del 11,11%, que ENUSA tiene en la planta de difusión gaseosa de EURODIF, situada en Francia. Siguiendo la política de diversificación de contratos de suministro de uranio enriquecido, los aprovisionamientos de ENUSA, en el área de conversión de uranio natural a UF6, se realizan mediante contratos con los principales convertidores mundiales: Converdyn (USA), Cameco (Canadá), BNFL (Reino Unido), Comurhex (Francia) y Tenex (Rusia).

*En lo que respecta a los servicios de enriquecimiento, se mantienen contratos con Tenex (Rusia), USEC (USA), Urenco (UE) y Eurodif (Francia)."*

Las 244 toneladas de "pastel amarillo" viajarán desde COMINAK hasta el puerto de Cotonou, en Benin, en unos 7 camiones de 35 toneladas, en un recorrido de 1.926 kilómetros, lo que significa la emisión de unas **267,6 toneladas** más de CO2. En Cotonou serán embarcadas con destino a las plantas de fabricación de combustible de los países industrializados. En este análisis, dado que se parte de los cálculos de emisión más favorables a las nucleares, el material se trasladará al Reino Unido. La distancia al puerto de Liverpool es de unos 8.328 kilómetros, lo que añadirá unas **34,3 toneladas** más de CO2 a la contabilidad. Desde Liverpool otros 7 camiones trasladarán el "pastel amarillo" a la factoría de Springfields (ex-

BNFL, ahora Westinghouse), en Preston, Lancashire, a 67 kilómetros, lo que añadirá **9,3 toneladas** más.

Ahora bien, el único tipo de uranio (isótopo) aprovechable para fabricar combustible, el **Uranio 235 (U235)**, tan sólo constituye el 0,71% del uranio mineral, por lo tanto, en cada 3,35 kilogramos de "pastel amarillo", sólo habrá 23,78 gramos de uranio combustible. Este uranio, el uranio útil, hay que separarlo del que no sirve y aumentar su concentración ("enriquecerlo"). Para ello se pueden usar dos procedimientos: la difusión gaseosa o la centrifugación. El consumo energético (y las emisiones) de la difusión gaseosa es más alto que el de la centrifugación, por tanto, se calcularán las emisiones de esta segunda tecnología.

Así, en Springfields se hace la primera conversión, transformando el "pastel amarillo" en otro compuesto llamado **tetrafluoruro de uranio (UF4)** que, posteriormente, se transformará en 304,5 toneladas de un peligroso material llamado **hexafluoruro de uranio (UF6)**. Para simplificar el proceso se considera que las dos operaciones se realizan dentro de la misma fábrica, lo que no siempre es así. La conversión de las 244 toneladas de "pastel amarillo", en 304,5 toneladas de UF6, consume unos 84,5 Gwh de energía, y genera un mínimo de **204,5 toneladas** de CO2.

Para proceder al "enriquecimiento", la concentración del U235, las 304,5 toneladas de UF6 deben trasladarse a otra fábrica, a la factoría de Urenco, en Capenhurst, a 107 kilómetros de Springfields. El transporte de este material requerirá unos 9 viajes de camión, que emitirán **28,3 toneladas** más de CO2.

En Capenhurst, el enriquecimiento de la fracción de uranio 235 por centrifugación producirá 37,9 toneladas de **UF6 "enriquecido"**, proceso que consumirá 289 Gwh de energía que emitirán un mínimo de **818 toneladas** de CO2. Y a partir de esas 37,9 toneladas de UF6 resultantes se fabricarán las 28,8 toneladas de **óxido de uranio (UO2)** que contiene una recarga, en un proceso que consumirá 26,7 Gwh de energía y emitirá **15,5 toneladas** de CO2 más. Finalmente se ha conseguido fabricar el combustible que permite hacer funcionar un reactor nuclear, pero el proceso no ha terminado aquí.

El óxido de uranio tiene forma de "pellets", pequeños cilindros que deben llenar las barras de los elementos combustibles. Estos se fabrican en Juzbado (Salamanca). Por tanto, las 28,8 toneladas de UO2 se deben transportar desde Capenhurst al puerto de Liverpool, a 38 kilómetros, emitiendo **0,1 toneladas** de CO2. Allí un barco las llevará hasta el puerto de Bilbao, en un viaje de 1.563 kilómetros, que emitirá a **0,8 toneladas** de CO2 y, desde Bilbao un camión llevará el UO2 hasta la fábrica de Juzbado, a 431 kilómetros, añadiendo **1,0 tonelada** más de CO2 a la cuenta.

En el año 2012, la factoría de Juzbado produjo 918 unidades de elementos combustibles. De los datos de emisión recogidos en su "Declaración ambiental", se deduce que fabricar cada elemento combustible ha supuesto una emisión de 4,83 toneladas de CO2, es decir, unas **309,2 toneladas** para los 64 elementos de una recarga.

Y ya sólo queda el viaje desde Juzbado hasta la central nuclear correspondiente. Por seguridad los transportes no llevan los 64 elementos combustibles en un único viaje, sino que lo dividen en un transporte de 40 elementos, y otro de 24. Llevarlos a Ascó, distante 726 kilómetros, significa emitir **1,8 toneladas** de CO2; y en el caso de Vandellòs2, a 776 kilómetros, se emiten **1,9 toneladas**.

Sumando todas las cantidades, una recarga de combustible implica **un mínimo de emisiones de 1.863,4 toneladas** de gases de efecto invernadero, **en el caso de Ascó**, y de **1.863,5 toneladas en el caso de Vandellòs 2**.

Y aún faltaría contabilizar las emisiones que generan los equipos auxiliares de la central nuclear, el mantenimiento en condiciones de refrigeración del combustible gastado, el traslado al depósito nuclear de El Cabril (Córdoba) de los residuos de funcionamiento, y toda una serie de actividades que añadirían más gases de efecto invernadero, pero que harían interminable este artículo.

En un artículo anterior [11] se calculó que una recarga de combustible de un reactor nuclear de

los que funcionan en Cataluña, generaba 310 toneladas de uranio empobrecido, con el que se podían fabricar un mínimo de un millón de proyectiles de penetración, radioactivos y tóxicos, de 30 milímetros de calibre, o un mínimo de 70.000 proyectiles de 120 milímetros. A esto hemos de añadir que también genera un mínimo de 1.863 toneladas de CO2.

Porque la energía nuclear no es segura, no es fiable, y sí emite CO2.

Miguel Muñiz es miembro Tanquem les Nuclears - 100% EER, y mantiene la página de divulgación energética <http://www.sirenovablesnuclearno.org/>

## REFERENCIAS

[1] Ver, página 31 de [http://www.foronuclear.org/images/stories/recursos/publicaciones/2012/Informe\\_resultados\\_y\\_perspectivas\\_nucleares2011.pdf](http://www.foronuclear.org/images/stories/recursos/publicaciones/2012/Informe_resultados_y_perspectivas_nucleares2011.pdf) en general <http://www.foronuclear.org/publicacions2/theme/nuclear-energy/resultados-y-perspectivas-nucleares>

[2] Sobre la rama en España de la multinacional IPSOS, la quinta más grande del mundo en 2011, y sus clientes, se puede consultar su presentación [http://www.ipsos.es/about\\_us](http://www.ipsos.es/about_us) , interesante [http://www.ipsos.es/health\\_care](http://www.ipsos.es/health_care) y <http://www.ipsos.es/donde>

[3] En 24 años de existencia como organismo autónomo, tan sólo en una ocasión el Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS) ha dedicado uno de sus "barómetros" de opinión pública a preguntar sobre la energía nuclear; fue en mayo de 2011, dos meses después de iniciarse la catástrofe de Fukushima (se puede obtener en [http://www.cis.es/cis/opencm/ES/1\\_encuestas/estudios/ver.jsp?estudio=11324](http://www.cis.es/cis/opencm/ES/1_encuestas/estudios/ver.jsp?estudio=11324)). El CIS ha hecho estudios de opinión sobre nucleares pero, al tratarse de contratos privados, los resultados no se conocen.

[4] En noviembre de 2000, en el curso de la 6ª reunión de la Conferencia Of Parts (COP) firmantes del Convenio Marco sobre el Cambio Climático, se produjo el primer intento del "lobby" nuclear de que la energía nuclear fuera considerada dentro del catálogo del Protocolo de Kyoto, como energía a promover para detener el efecto invernadero. La propuesta se fue reiterando cada reunión de las COP.

[5] Se trata de un estudio que sintetiza de manera muy acertada y comprensible todas las variables que determinan las emisiones de CO2. " [Valuing the Greenhouse gas emisiones from nuclear power: A critical survey](http://www.sirenovablesnuclearno.org/nuclear/nuclearcat/Sovacoolnuclearcast.pdf) " de Benjamin K. Sovacool. 2008. Energy Governance Program, Centro donde Asia and Globalisation, Lee Kuan Yew School of Public Policy, National University of Singapore, 469C Bukit Timah Road, Singapore. Resumen completo en castellano <http://www.sirenovablesnuclearno.org/nuclear/nuclearcat/Sovacoolnuclearcast.pdf>

[6] Ver <http://www.wise-uranium.org/calc.html>

[7] Ver ANAVE, n.º 471 - Febrero 2008, Cambio climático y transporte marítimo. Posición conjunta de ECSA e ICS <http://www.anave.es/Vinc%20noticias/Trib%20Prof%20febr%202008.pdf>

[8] Los datos que permiten obtener las cifras de cálculo se encuentran detallados en: <http://www.mientrastanto.org/sites/default/files/pdfs/2631.pdf> y en el punto **[10]**

[9] Apartado de "consultas al experto" y pregunta 122 del documento "Cuestiones sobre la energía" de la web. <http://www.foronuclear.org/> .

[10] Para aquellas personas interesadas en verificar los cálculos ver: <http://www.sirenovablesnuclearno.org/nuclear/nuclearcatalunya/articles/baseemisionesco2nuclearcatalunacast.pdf>

[11] Ver. <http://www.mientrastanto.org/sites/default/files/pdfs/2631.pdf>