

XVI REUNION ANUAL DE LA  
SOCIEDAD NUCLEAR ESPAÑOLA

DOSIS ESTIMADAS A LA POBLACION EN  
LA EXPLOTACION DE LA FABRICA DE JUZBADO

**AUTORES:**

Guillermo Sánchez

Javier Delgado

Félix Recio

E.N.U.S.A. (Fábrica de Juzbado)

Oviedo 1990

## 0. INTRODUCCION

La Fábrica de Combustibles de Oxido de Uranio de Juzbado (Salamanca), lleva casi 6 años en operación. Este período es suficientemente como para poder hacer una valoración global del impacto radiológico ambiental causado por la Instalación. Para ello se han estudiado los parámetros siguientes:

- a) Actividades emitidas por efluentes líquidos y gaseosos.
- b) Estimación de la dosis a la población a partir de los datos de a) y de las características del Emplazamiento.
- c) Resultados de la aplicación del Programa de Vigilancia Radiológico Ambiental y su comparación con los datos pre-operacionales.

El estudio de los datos anteriores nos lleva a una conclusión clara:

El impacto radiológico causado por la Fábrica es tan bajo que es indistinguible del fondo radiológico del emplazamiento

Esta conclusión es lógica conocidas las características de la Fábrica de Juzbado:

- La fabricación de elementos combustibles consiste en transformaciones físicas (densidad, geometría, etc) en las que se generan pocos aerosoles y los pocos que se producen son retenidos casi enteramente en filtros de alta eficiencia (HEPA) siendo insignificantes las emisiones al exterior vía efluentes gaseosos.
- Todo el proceso de fabricación se realiza por vía seca, por lo que la producción de efluentes líquidos es muy escasa. Proceden en mayor parte de actividades de limpieza de suelos y piezas.

## 1. CARACTERISTICAS DE LAS EMISIONES Y ACTIVIDADES EMITIDAS

Las emisiones de la Fábrica son exclusivamente de isótopos de uranio y descendientes que como es bien conocido se trata de elementos habitualmente presentes en la naturaleza (Las rocas, suelen contener de 1-15 ppm de uranio). La única diferencia es la mayor proporción de  $^{235}\text{U}$  y  $^{234}\text{U}$  en el uranio enriquecido que en el uranio natural. Este hecho no significa necesariamente que el uranio existente en la naturaleza tenga menos implicaciones radiológicas que el uranio enriquecido pues a este último se le ha eliminado los descendientes más radiactivos (p.ej. Ra-226) que sí están presentes en el uranio natural.

Las actividades medias anuales emitidas durante el período 1986-1989 por efluentes gaseosos se reflejan en la tabla 1 y por efluentes líquidos en la tabla 2.

La actividad máxima anual autorizada emitida por efluentes líquidos es 12000 MBq (0.325 Ci). Las actividades emitidas han sido aproximadamente la centésima parte del límite autorizado.

La actividad máxima anual autorizada para efluentes gaseosos es 193 MBq ( $5,2 \times 10^{-3}$  Ci). Las actividades emitidas han sido inferiores a la milésima parte de este valor.

Los límites autorizados están basados en la regulación y en la experiencia de operación de Fábricas de referencia. Las bajas actividades emitidas comparadas con las previstas son atribuibles:

- a) La Fábrica de Juzbado es de diseño más reciente que las Fábricas de referencia y no incluye el proceso de conversión de  $\text{UF}_6$  en  $\text{UO}_2$  que si se realiza en estas.
- b) La producción de la Fábrica de Juzbado ha sido inferior durante el período considerado a la capacidad máxima de producción autorizada.

TABLA 1

Actividades, en MBq, emitidos por efluentes líquidos.

<u>Isótopo</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>
<sup>234</sup> U	59,8	89,0	111,	289,0
<sup>235</sup> U	2,6	3,8	4,7	3,7
<sup>238</sup> U (1)	13,1	17,4	20,8	15,9
TOTAL	75,5	110,2	136,8	108,6

TABLA 2

Actividades en MBq emitidas por efluentes gaseosos.

<u>Isótopo</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>
<sup>234</sup> U	$1,12 \times 10^{-1}$	$6,98 \times 10^{-1}$	$6,6 \times 10^{-2}$	$3,77 \times 10^{-2}$
<sup>235</sup> U	$4,9 \times 10^{-3}$	$4,2 \times 10^{-3}$	$2,85 \times 10^{-3}$	$1,6 \times 10^{-3}$
<sup>238</sup> U (1)	$2,46 \times 10^{-2}$	$1,98 \times 10^{-2}$	$1,36 \times 10^{-2}$	$6,8 \times 10^{-3}$
TOTAL	$1,4 \times 10^{-2}$	$1,2 \times 10^{-1}$	$0,8 \times 10^{-1}$	$0,4 \times 10^{-1}$

(1) Se considera en equilibrio secular con sus descendientes <sup>234</sup>Th y <sup>231</sup>Pa.

## 2. DOSIS ESTIMADA A LA POBLACION

Las Fábricas de Combustible Nuclear dentro del ciclo del combustible son las instalaciones menos contaminantes siendo el riesgo radiológico de la población insignificante. Por ello las normas y programas de cálculo específicas para estimar la dosis a la población procedente de este tipo de Instalación son escasas. La estimación de la dosis en el entorno de la Fábrica se ha realizado utilizando programas de cálculo de uso más general. Los resultados obtenidos dan valores despreciables, a pesar de los conservadurismos introducidos en los cálculos.

Los porcentajes aproximados de contribución a la dosis por isótopo se muestra en la tabla 3 (Suponiendo un enriquecimiento del 4%).

TABLA 3

<u>Isótopo</u>	<u>%</u>
$^{234}\text{U}$	82
$^{235}\text{U}$	3
$^{238}\text{U}$ y descendientes	15

Llama la atención la contribución tan importante del  $^{234}\text{U}$ . Es así pues aunque su contenido en el uranio total es muy escaso (menor al 0,1%) su período de semidesintegración, aun que largo, es mucho más breve (80.000 años) que para el  $^{235}\text{U}$  ( $7 \times 10^9$  años) y  $^{238}\text{U}$  ( $4.5 \times 10^{10}$  años).

El  $^{234}\text{U}$  es un descendiente del  $^{238}\text{U}$ , está presente en mayor proporción en el uranio enriquecido que en el uranio natural pues se enriquece conjuntamente con el  $^{235}\text{U}$ . El resto de los descendientes del  $^{236}\text{U}$  y  $^{235}\text{U}$  presentes en el uranio enriquecido apenas contribuye a la dosis pues se trata de emisores beta-gamma y la principal vía de exposición es la incorporación al organismo donde el peso de los emisores alfa es mucho más importante.

La estimación de la dosis incluye un estudio de los caminos de exposición en base a las características del emplazamiento y a los usos y costumbres del lugar. De acuerdo a este estudio se determinan los individuos más expuestos de cada grupo de población y el camino crítico. Los resultados, expresados en porcentajes, se muestran en las tablas 4, para los efluentes gaseosos, y tabla 5 para los efluentes líquidos. Hay que hacer la observación de que se ha incluido la presencia de bebés y niños lo que no es realista pues la presencia de miembros de estos grupos en los entornos del emplazamiento es excepcional.

La dosis estimada para los individuos más críticos son milésimas de los límites autorizados. (0.25 mSv/año).

TABLA 4

EFLUENTES GASEOSOS  
 PORCENTAJES DE CONTRIBUCION A LA DOSIS DE  
 LOS DISTINTOS CAMINOS DE EXPOSICION  
 PARA LOS DISTINTOS GRUPOS DE POBLACION

<u>HIPOTESIS</u>	<u>CAMINO DE EXPOSICION</u>	<u>BEBES</u>	<u>NIÑOS</u>	<u>JOVENES</u>	<u>ADULTOS</u>
ANUAL	Contribución por consumo de pescado	0.00	1.84	4.19	3.95
	Exposición por (*) consumo de agua	100	78.02	66.79	68.70
	Exposición a la Act. en Riberas	0.00	0.12	1.15	0.21
	Ingestión:				
	. Vegetales de Superficie	0.00	11.53	16.89	16.68
	. Patatas	0.00	7.56	10.00	10.22
	. Leche	0.00	0.88	0.91	0.34
	. Carne	0.00	0.06	0.09	0.10

(\*) Se supone que todo el agua de consumo humano procede de la zona de mezcla y no se da crédito al empobrecimiento en la concentración por deposición en el fondo del río.

TABLA 5

EFLUENTES LIQUIDOS

PORCENTAJES DE CONTRIBUCION A LA DOSIS DE  
LOS DISTINTOS CAMINOS DE EXPOSICION PARA  
LOS DISTINTOS GRUPOS DE POBLACION

<u>HIPOTESIS</u>	<u>CAMINO DE EXPOSICION</u>	<u>BEBES</u>	<u>NIÑOS</u>	<u>JOVENES</u>	<u>ADULTOS</u>
ANUAL	Exposición Externa actividad en aire	0.00	0.00	0.00	0.00
	Exposición a la Act. Depos. en el suelo	0.36	0.11	0.22	0.23
	Inhalación	84.70	18.70	12.36	9.30
	Ingestión:				
	. Vegetales	0.00	78.43	85.20	89.43
	. Leche (*)	15.00	2.61	2.05	0.82
	. Carne	0.00	0.16	0.17	0.22

(\*) Este valor se debe a que se ha considerado que la leche de consumo de los bebés procede exclusivamente de vacas que pastan en la zona, criterio que se considera poco realista.



### 3. RESULTADO DE LA APLICACION DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLOGICO AMBIENTAL

Hemos visto en el apdo. 1 que las actividades emitidas han sido muy escasa. Un simple cálculo puede mostrarnos que el aumento de radiactividad que causan en el ambiente es tan insignificante que quedan plenamente enmascaradas en el fondo radiológico ambiental.

En efecto, consideremos la actividad media anual emitida por efluentes gaseosos en el año de máxima emisión (1987) que fue 142 KBq. Suponiendo una tasa de emisión constante durante el año obtenemos que esta vale  $4,5 \times 10^{-4}$  Bq/s. En el sector más desfavorable del Límite de la Zona Bajo Control del Explotador el coeficiente de dilución medio anual fue  $5 \times 10^{-5}$  s/m<sup>3</sup> y el coeficiente de deposición superficial de  $2 \times 10^{-7}$  l/m<sup>2</sup> lo que nos da los siguientes valores de concentración y deposición en dicho punto:

$$C = (\text{concentración ambiental en el sector más desfavorable}) = 4,5 \times 10^{-4} \text{ Bq/s} \times 5 \times 10^{-5} \text{ s/m}^3 = 2,2 \times 10^{-8} \text{ Bq/m}^3.$$

$$C = (\text{Concentración superficial}) = 4,5 \times 10^{-4} \text{ Bq/s} \times 2 \times 10^{-7} \text{ l/m}^2 \times 365 \times 86500 = 2,8 \times 10^{-3} \text{ Bq/m}^2$$

Ambos valores son extremadamente bajos. Por ejemplo, el límite de concentración ambiental según el RPSCRI, para el público en general es 0,062 Bq/m<sup>3</sup> que es inferior en más de 20 veces a la concentración estimada en el sector más desfavorable.

En los líquidos podemos hacer una aproximación grosera similar. Supongamos que la actividad media anual máxima emitida (136 MBq) se emiten de forma constante y se diluyen en el río (que le suponemos un caudal de 7 m<sup>3</sup>/s inferior al caudal real medio). Obtenemos una concentración en el río de:

$$C = (136 \times 10^6 \text{ Bq} / 365 \times 86500) / 7 \text{ m}^3/\text{s} = 0,6 \text{ Bq/m}^3$$

valor muy inferior al límite de la OMS para las aguas de consumo humano que 100 Bq/m<sup>3</sup>.

Además de las bajas actividades emitidas existe otra circunstancia que hace más dificultoso detectar el impacto radiológico de la Fábrica que es el hecho de que los isótopos emitidos por esta existen ya en la naturaleza. Es decir, que detectada la presencia de uranio es difícil saber si este procede de la Fábrica o es propia del medio.

Es obvio que una forma de saberlo es por espectrometría alfa, en concreto por la relación alfa-<sup>235</sup>U/alfa-<sup>238</sup>U. Este tipo de análisis sólo está justificado en aquellos casos que se detecte una presencia anormalmente alta de uranio. Incluso las normas de las EPA establecen que sólo se requieren análisis de uranio en aquellos casos en los que la actividad alfa-global exceda 0,55 Bq/l. El problema de vigilancia radiológico ambiental exigido a la Fábrica es muy estricto y obliga a medir las alfas del uranio y realizar espectrometría alfa independientemente aunque sean muy bajos los valores de alfa global medidas en la muestra.

En concreto se han analizado el número de muestras indicados en la tabla 6.

TABLA 6

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

<u>FASE</u>	<u>PERIODO</u>	<u>Nº MUESTRAS</u>	<u>Nº DETERMINACIONES</u>
Pre-Operacional	81-84	4600	17000
Operacional	85-89	6000	36000

Según era de preveer no se ha detectado ningún impacto atribuible a la Fábrica.

#### 4. CONCLUSIONES

La experiencia operacional (6 años) de la Fábrica de Juzbado ha demostrado que el impacto radiológico ambiental ha sido insignificante, muy inferior al previsto. Las estimaciones de las dosis a la población y la aplicación del programa radiológico ambiental así lo atestiguan.