



Ramón SABATE FARNOS es Ingeniero Industrial en la especialidad de Técnicas Energéticas por la ETSII de Barcelona. Desde 1976, fecha en la que entró en HECSA, ha estado asignado a C. N. Vandellós II, donde ha desempeñado las siguientes funciones: De 1976 a 1980, responsable del subgrupo Isla Nuclear dentro del Grupo Mecánico de la Ingeniería de la Propiedad. De 1980 a 1985, responsable del grupo NSSS y sistemas asociados dentro de la Ingeniería de la Propiedad. De 1985 a 1987, jefe del Gabinete Técnico de Puesta en Marcha. En la actualidad es el jefe del Departamento de Licenciamiento Nuclear y Combustible de la unidad de Servicios Técnicos.

IMPACTO AMBIENTAL DE C.N.VANDELLOS II EN EL PERIODO 1988-92

R. SABATE - G. RUBIO

GENERALIDADES SOBRE LOS VERTIDOS DE LA CENTRAL

Con el objetivo de cumplir con el criterio de diseño de minimizar los efluentes procedentes de la operación de la

Central para conseguir el menor impacto posible sobre el medio ambiente es preciso conocer y analizar las diversas emisiones que se producen como consecuencia de la operación y que se resumen a continuación.

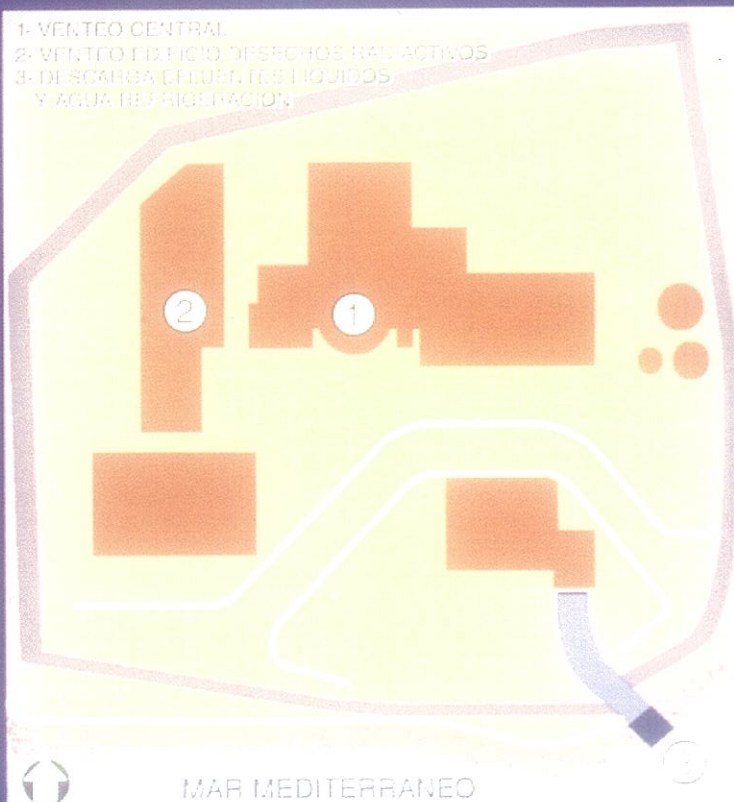


Ginés RUBIO CUADRADO es licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de Barcelona y diplomado en Ingeniería Nuclear por el Instituto de Estudios Nucleares. Durante los años 1977 y 1980 trabajó en Empresarios Agrupados en las áreas de Blindajes y Protección Radiológica en diversos proyectos nucleares. En 1981 se incorpora a C N Vandellós II, donde en la actualidad desempeña la función de jefe del Grupo de Protección Radiológica y Medio Ambiente de Servicios Técnicos.

FI

PUNTOS DE EMISION EFLUENTES EN OPERACION NORMAL

- 1- VENTEO CENTRAL
- 2- VENTEO EDIFICIO DESPACHOS RADIACTIVOS
- 3- DESCARGA EFLUENTES LIQUIDOS Y AGUA REFRIGERACION





- El agua de refrigeración del condensador principal se vierte a través de una estructura costera al Golfo de San Jorge en el Mar Mediterráneo con caudales entre 40 y 53 m³/s y con una carga térmica que produce una elevación de temperatura del agua entre la toma y la descarga que oscila entre 9 y 12 °C, en función de la estación climática y el número de bombas de circulación que están en marcha. La difusión del penacho térmico está gobernada por la cantidad de movimiento y la energía del mismo en interacción con las características físicas de la masa receptora, de modo que en las condiciones más adversas el incremento de temperatura, a una distancia menor de 1 km del punto de descarga, es inferior a 1.7 °C.

- Los sistemas de tratamiento de los residuos radiactivos líquidos y gaseosos producen efluentes que se descargan al mar, a través del agua de circulación, y a la atmósfera, por los diferentes venteos de la Central, respectivamente. Así los vertidos líquidos se difunden

conjuntamente con la pluma térmica mencionada anteriormente. Los efluentes gaseosos se emiten principalmente por el venteo central situado en la parte superior del Edificio de Contención y por el venteo del Edificio de Desechos Radiactivos localizado en la cubierta del propio edificio. Los efluentes están controlados por monitores de radiación y por medidores de caudal colocados en las líneas o conductos de descarga y que disponen de alarmas y actuaciones para impedir que se superen los límites establecidos en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento.

- Las descargas de efluentes líquidos químicos se concretan principalmente en la aportación de cloro o compuestos del mismo en el agua de refrigeración para impedir el ensuciamiento biológico de los conductos del sistema produciéndose así una evacuación de cloro residual que se controla mediante un analizador situado en el propio canal de descarga. Adicionalmente se producen otras descargas de efluentes líquidos químicos proce-

dentes de una balsa de neutralización donde se tratan los efluentes de la planta de desmineralización del agua y de las salmueras de la planta potabilizadora. Los efluentes biológicos proceden de la planta depuradora de aguas fecales existente en la propia Central.

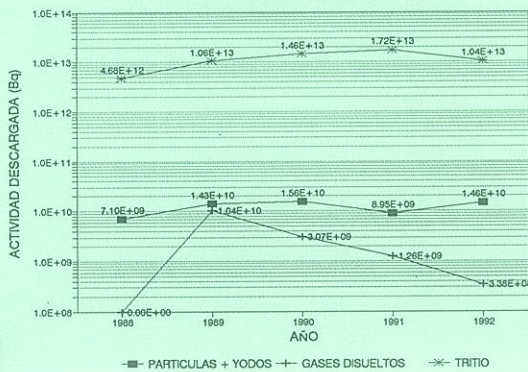
En la figura 1 se muestran los diferentes puntos de descarga de efluentes al medio ambiente.

Así mismo para cumplir con el objetivo indicado anteriormente, para cada tipo de contaminante se dispone de medios de control y vigilancia antes de su emisión, para permitir comprobar en todo momento el cumplimiento con los límites establecidos en la normativa y en los procedimientos específicos de la Central impuestos por resoluciones específicas de la Administración.

EFLUENTES RADIATIVOS EN PERÍODO 1988-92

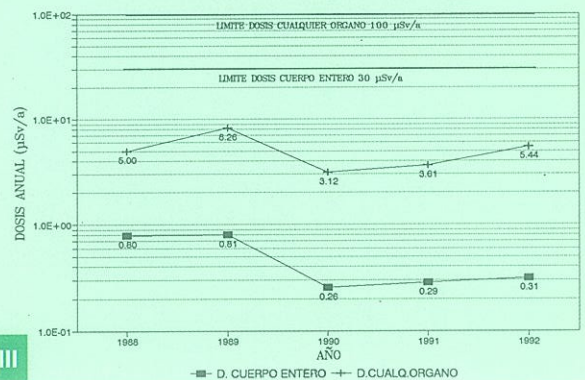
Dada la importancia de los efluentes radiactivos respecto a todos los

C.N.VANDELLOS II
EFLUENTES LIQUIDOS PERIODO 1988-92



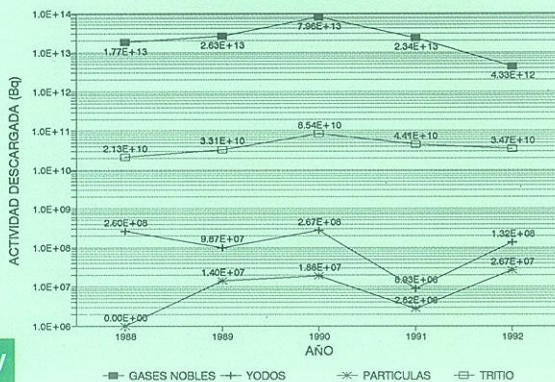
F II

C.N.VANDELLOS II
DOSIS POR EFLUENTES LIQUIDOS EN 1988-92



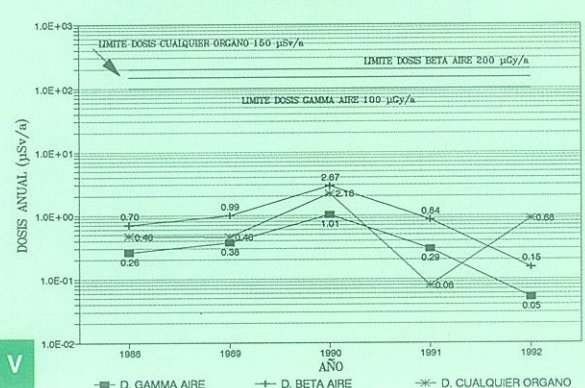
F III

C.N.VANDELLOS II
EFLUENTES GASEOSOS PERIODO 1988-92



F IV

C.N.VANDELLOS II
DOSIS EFLUENTES GASEOSOS EN 1988-92



F V

efluentes de la Central se hace, a continuación, un análisis específico de estos vertidos en el período 1988-92.

Dentro de la evolución de los efluentes líquidos radiactivos en dicho período se observa en general una constancia, con ciertos matices, de las actividades anuales descargadas para los diferentes grupos de núclidos (partículas e yodos, gases disueltos y tritio).

La actividad descargada anualmente en forma de gases radiactivos disueltos en los vertidos líquidos ha disminuido apreciablemente con el tiempo gracias a acciones sobre el control de la desgasificación con lo que se ha conseguido una reducción cercana a los dos órdenes de magnitud, tal como se muestra en la figura II

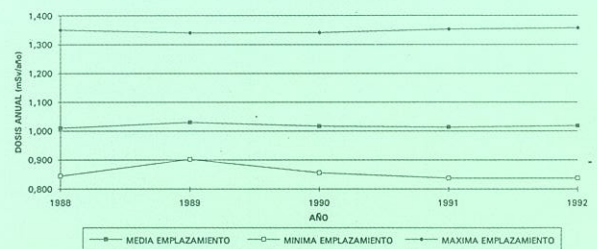
Las dosis producidas por las descargas de los efluentes radiactivos líquidos se mantienen muy por debajo de los límites establecidos en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento como se observa en la figura III. Las dosis al cuerpo entero ha alcanzado como máximo el 2,7% del límite (30 µSv/año) y las dosis al peor órgano se han mantenido por debajo del 8,26% del límite (100 µSv/año).

En la figura IV se muestra la evolución de las actividades anuales

descargadas a través de los venteos atmosféricos agrupados por familias de núclidos. Para los gases nobles se aprecia una reducción a partir de 1990 a causa de un mejor control de las fugas de sistemas presurizados con agua del primario. Para los grupos restantes (yodos, partículas y tritio) se aprecia una cierta variación como consecuencia de algunos aspectos operativos y de la existencia de alguna varilla defectuosa en el combustible.

Las dosis anuales producidas por los vertidos gaseosos radiactivos para las dosis a cualquier órgano ha representado, como máximo en el período 1988-92, el 1,45% del límite (150 µSv/año). Las dosis en aire por radiación beta y gamma han alcanzado máximos de 1,43% y 1,01% de los límites respectivos (200 y 100 µGy/año). En la figura V se observa la evolución de las dosis anuales y las comparaciones con los límites respectivos.

EVOLUCION DOSIS AMBIENTAL EN EMPLAZAMIENTO SEGUN TLD EN 1988-92



F VI

VIGILANCIAS AMBIENTALES

Aparte de los controles y vigilancias internas de los efluentes se disponen de diversos programas de vigilancias ambientales diseñados para permitir comprobar si los efluentes producen algún tipo de impacto. Por medio de los diferentes análisis realizados, que se compendian en el Estudio de Evaluación de Impacto ambiental, se estiman las vigilancias ambientales necesarias en función de la importancia de los contaminantes.

De los programas de vigilancia ambiental se dispone, entre otros,

Tarragona cubriendo en parte las comarcas del Baix Camp, Baix Ebre, Ribera d'Ebre, Priorat y Tarragonés. El resto de la zona vigilada corresponde al Mar Mediterráneo. En la figura VII se muestra esta zona de vigilancia.

VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL

Debido a las características de los efluentes de la Central el programa de vigilancia más importante de los que se realizan es el de radiactividad ambiental por lo que se comenta, a continuación, las características principales y los resultados más significativos.

En la tabla I se muestran las principales características del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental (P.V.R.A.) con la indicación de la vía, tipo, frecuencia y localización del muestreo y los análisis que se realizan sobre las mismas con su frecuencia correspondiente.

En la tabla II se resumen las cantidades de muestras tomadas durante el período 1988-92 según el tipo de muestra y los diferentes análisis que se han realizado sobre estas muestras. En total en el período indicado se han tomado 5370 muestras con las que se han realizado 8805 determinaciones analíticas. En general no se han producido desviaciones significativas sobre los programas previstos cumpliéndose con las previsiones realizadas sobre muestras y análisis.

En cuanto a los resultados obtenidos en el período 1988-1992 en general se puede indicar que son comparables con los registrados durante la campaña preoperacional (P.P.V.R.A.), que cubre el intervalo 1984-1987, por lo que se puede deducir la nula incidencia de la operación de la Central en la radiactividad ambiental del entorno, lo cual corrobora los cálculos de dosis realizados con los efluentes descargados.

En concreto se muestran en las tablas III a V, a modo de resumen, los valores medios obtenidos en el período indicado para las muestras de aire, suelo y agua de mar y su comparación con los valores medios de la campaña preoperacional (P.P.V.R.A.). Para los núclidos que no se ha obtenido actividad superior al Límite Inferior de Detección (LID) se indica como "no detectado" (N.D.) y para los que se detectan se muestran los valores medios de las actividades determinadas en la correspondiente campaña.

Para las muestras de aire las actividades obtenidas son inferiores a los valores medios de la etapa preoperacional debido a que esos resultados fueron afectados por la

TI

PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL C.N. VANDELLOS II

VIA	MUESTRA	FRECUENCIA MUESTREO	PUNTOS MUESTREO	ANALISIS	FRECUENCIA ANALISIS
Aire	Partículas Polvo	Semanal	L'Almadraba Vandellós L'Hospitalet de L'Infant Calafat L'Ametlla de Mar Salou La Cava	Beta total Isot. gamma Sr89 Sr90	Semanal Trimestral comp. Trimestral comp.
	Yodo en aire	Semanal	L'Almadraba Vandellós L'Hospitalet de L'Infant Calafat L'Ametlla de Mar Salou La Cava	I131	Semanal
	Radiación Directa	Bimensual	L'Almadraba Vandellós L'Hospitalet de L'Infant Calafat L'Ametlla de Mar Salou La Cava Reus Montroig Tivissa Perelló Gasolineria Depósitos de agua Depósitos agua HIFRENSA	Gamma int.	Bimensual
VIA	MUESTRA	FRECUENCIA MUESTREO	PUNTOS MUESTREO	ANALISIS	FRECUENCIA ANALISIS
Suelo	Depósito	Anual	L'Almadraba Vandellós L'Hospitalet de L'Infant Coll de Balaguer Calafat L'Ametlla de Mar Salou La Cava Depósitos agua HIFRENSA	Isot. gamma Sr89 Sr90	Anual Anual
Agua	Agua lluvia	Mensual	L'Almadraba Calafat Salou	Isot. gamma Sr89 Sr90	Bimensual comp.
	Agua potable	Semestral	L'Hospitalet de L'Infant L'Ametlla de Mar	Beta total Beta resto Isot. gamma Tritio	Semestral Semestral Semestral Semestral
	Agua de Mar	Quincenal Mensual	Emplazamiento Cala Ronyosa L'Ametlla de Mar Salou	Beta total Beta resto Isot. gamma Tritio	Trimestral Trimestral Quincenal/Mensual Trimestral
	Arena Playa	Semestral	L'Almadraba L'Hospitalet de L'Infant Cala Ronyosa Cala Justell El Torn Salou	Isot. gamma	Semestral
	Organismos indicadores	Semestral	Emplazamiento Cala Ronyosa L'Ametlla de Mar	Isot. gamma Sr89 Sr90	Semestral Semestral
VIA	MUESTRA	FRECUENCIA MUESTREO	PUNTOS MUESTREO	ANALISIS	FRECUENCIA ANALISIS
Agua	Sedimentos	Semestral	Emplazamiento Cala Ronyosa L'Ametlla de Mar	Isot. gamma Sr89 Sr90	Semestral Semestral
Alimentos	Leche de cabra	Quincenal	Masdenboquera Rasquera	I131 Isot. gamma Sr89 Sr90 C14	Quincenal Mensual Mensual Anual
	Leche de vaca	Mensual	Vilaseca Falset	I131 Isot. gamma Sr89 Sr90 C14	Mensual Mensual Mensual Anual
	Carne, Aves y Huevos	Anual	L'Hospitalet de L'Infant Masdenboquera L'Ametlla de Mar Reus Cambrils Montró	Isot. gamma C14	Anual Anual
	Cultivos	Anual	L'Almadraba Vandellós La Cava Montroig	Isot. gamma C14	Anual Anual
	Peces	Semestral	L'Ametlla de Mar Cambrils	Isot. gamma	Anual
	Marisco	Semestral	L'Ametlla de Mar Cambrils	Isot. gamma	Anual
	Miel	Anual	Vandellós L'Ametlla de Mar	Isot. gamma C14	Anual Anual



T II

MUESTREO Y ANALISIS REALIZADOS POR EL P.V.R.A. DE C.N.VANDELLOS II EN PERIODO 1988 - 92

TIPO MUESTRA	CANTIDAD MUESTRAS	TIPO ANALISIS	CANTIDAD ANALISIS
Partículas de Polvo	1820	Beta total	2120
		Isotópico gamma	160
		Sr89 Sr90	160
		I131	2120
Yodo en aire	480	Radiación int.	1740
Dosímetros	50	Isotópico gamma	50
Suelo	50	Sr89 Sr90	50
		Isotópico gamma	110
Agua de lluvia	110	Sr89 Sr90	110
Agua potable	5	Beta total	5
		Beta resto	5
		Isotópico gamma	5
		Trítio	5
Agua de Mar	340	Beta total	90
		Beta resto	90
		Isotópico gamma	340
		Trítio	90
Arena de Playa	65	Isotópico gamma	65
Organismos Indicadores	35	Isotópico gamma	35
		Sr89 Sr90	35
Sedimentos	35	Isotópico gamma	35
		Sr89 Sr90	35
Leche de cabra	255	I131	270
		C14	10
		Isotópico gamma	120
		Sr89 Sr90	120
Leche de vaca	180	I131	180
		C14	10
		Isotópico gamma	180
		Sr89 Sr90	180
Carne, Aves y Huevos	50	C14	45
		Isotópico gamma	50
Cultivos	60	C14	50
Peces	25	Isotópico gamma	25
Marisco	25	Isotópico gamma	25
Miel	15	C14	10
		Isotópico gamma	15
TOTALES	5370		8805

T III

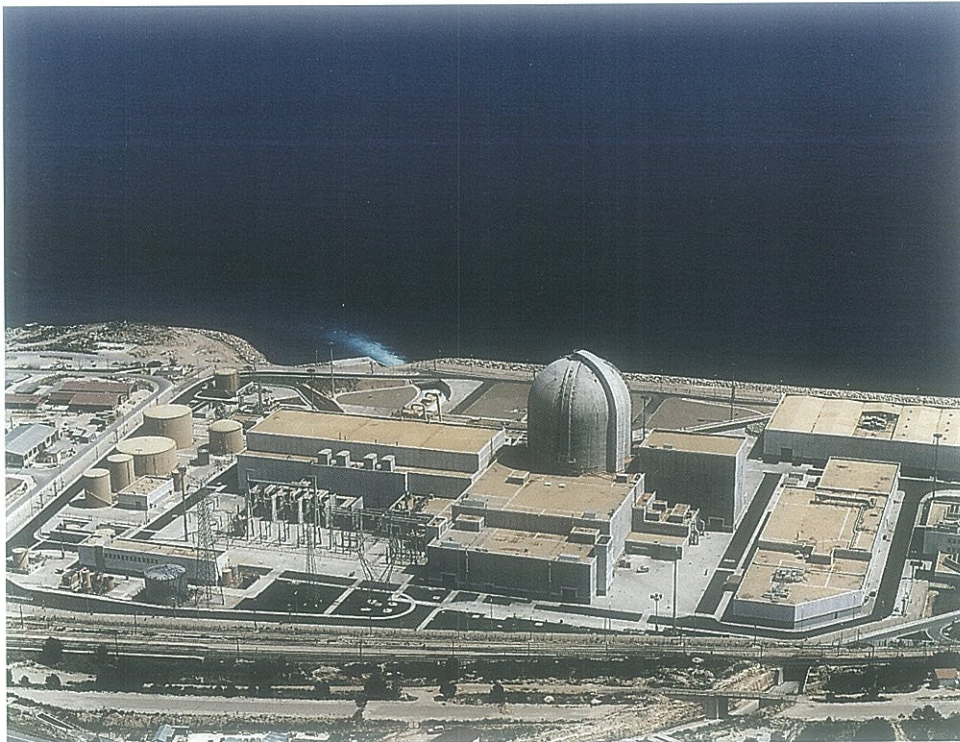
VALORES MEDIOS DE RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL EN AREA DE 30 km ALREDEDOR C.N.VANDELLOS II

PERIODO : 1988 - 1992
MEDIO : AIRE
MUESTRA : PARTICULAS POLVO (PP) e YODO (I)
UNIDADES: Bq/m3

TIPO ANALISIS	VALOR MEDIO	VALOR PPVRA
Beta global	6,15E-04	6,52E-04
Sr-89	N.D.	1,12E-05
Sr-90	1,19E-05	1,24E-05
Be-7	2,68E-03	6,05E-03
Bi-214	1,35E-04	2,80E-04
K-40	1,30E-03	5,40E-03
Pb-212	1,17E-04	2,80E-04
Pb-214	1,14E-04	1,60E-04
Tl-208	N.D.	1,60E-04
Ag-110m	N.D.	N.D.
Co-58	N.D.	N.D.
Co-60	N.D.	N.D.
Cr-51	N.D.	N.D.
Fe-59	N.D.	N.D.
Mn-54	N.D.	N.D.
Nb-95	N.D.	N.D.
Zr-95	N.D.	N.D.
Ba-140	N.D.	N.D.
Co-141	N.D.	8,00E-05
Co-144	N.D.	N.D.
Cs-134	N.D.	N.D.
Cs-136	N.D.	N.D.
Cs-137	N.D.	2,50E-04
La-140	N.D.	N.D.
Rb-86	N.D.	N.D.
Ru-103	N.D.	3,90E-04
Ru-106	N.D.	N.D.
Te-129m	N.D.	N.D.
I-131	1,01E-04	1,32E-04
RAD.DIRECTA (µSv/a)	1010	1010

N.D. : No Detectado

incidencia de la llegada de radiactividad residual proveniente de Chernobil en 1986, así en concreto, en aquel momento, se determinó actividad en aire de los productos de fisión Ce-141, Cs-137 y Ru-103 los cuales no se han detectado con posterioridad al mencionado episodio. La dosis ambiental anual media en el área vigilada, determinadas con los dosímetros termoluminiscentes (TLD), se mantiene en el mismo valor que en la etapa preoperacional, 1010 $\mu\text{Sv/año}$. En la figura VI se representa la oscilación anual de las dosis ambientales con indicación de los valores máximo



y mínimo. El valor máximo corresponde a una de las localizaciones más alejada de la Central, Salou, que como consecuencia de los materiales geológicos presentes pro-

duce una dosis superior en un 30% al valor medio, lo cual se mantiene constante desde la campaña preoperacional. Este hecho pone de manifiesto que las propias variaciones del fondo radiactivo natural, en la zona de vigilancia, son superiores a los límites de dosis impuestos a los efluentes de la Central, lo cual corrobora los bajos niveles exigidos a los efluentes y en consecuencia la débil influencia de los mismos en el medio ambiente. En la figura VIII se representan las dosis ambientales anuales medidas

T IV

VALORES MEDIOS DE RADIATIVIDAD AMBIENTAL EN AREA DE 30 km ALREDEDOR C.N.VANDELLOS II

PERIODO : 1988 - 1992
MEDIO : AIRE
MUESTRA : SUELO (S)
UNIDADES: Bq/kg seco

TIPO ANALISIS	VALOR MEDIO	VALOR PPVRA
Sr-89	4,38E+00	6,90E-01
Sr-90	2,71E+00	1,10E+00
Bi-214	2,42E+01	2,83E+01
K-40	4,22E+02	4,15E+02
Pb-212	2,56E+01	4,18E+01
Pb-214	2,40E+01	3,20E+01
Tl-208	9,36E+00	1,13E+01
Ag-110m	N.D.	N.D.
Co-58	N.D.	N.D.
Co-60	N.D.	N.D.
Cr-51	N.D.	N.D.
Fe-59	N.D.	N.D.
Mn-54	N.D.	N.D.
Nb-95	N.D.	N.D.
Zr-95	N.D.	N.D.
Ba-140	N.D.	N.D.
Ce-141	N.D.	N.D.
Ce-144	N.D.	N.D.
Cs-134	1,40E+00	N.D.
Cs-136	N.D.	N.D.
Cs-137	1,89E+01	2,13E+01
I-131	N.D.	N.D.
La-140	N.D.	N.D.
Rb-86	N.D.	N.D.
Ru-103	N.D.	N.D.
Ru-106	N.D.	N.D.
Te-129m	N.D.	N.D.

N.D. : No Detectado

TV

VALORES MEDIOS DE RADIATIVIDAD AMBIENTAL EN AREA DE 30 km ALREDEDOR C.N.VANDELLOS II

PERIODO : 1988 - 1992
MEDIO : AGUA
MUESTRA : AGUA DE MAR (AM)
UNIDADES: Bq/m3

TIPO ANALISIS	VALOR MEDIO	VALOR PPVRA
Beta total	1,64E+04	1,71E+04
Beta resto	7,05E+03	S.R.
H-3	5,51E+03	7,00E+02
Bi-214	5,59E+02	3,00E+02
K-40	1,54E+04	1,63E+04
Pb-212	2,48E+02	2,40E+02
Pb-214	5,39E+02	4,60E+02
Tl-208	N.D.	1,00E+02
Ag-110m	N.D.	N.D.
Co-58	N.D.	N.D.
Co-60	N.D.	N.D.
Cr-51	N.D.	N.D.
Fe-59	N.D.	N.D.
Mn-54	N.D.	N.D.
Nb-95	N.D.	N.D.
Zr-95	N.D.	N.D.
Ba-140	N.D.	N.D.
Ce-141	N.D.	N.D.
Ce-144	N.D.	N.D.
Cs-134	N.D.	N.D.
Cs-136	N.D.	N.D.
Cs-137	N.D.	N.D.
I-131	N.D.	N.D.
La-140	N.D.	N.D.
Rb-86	N.D.	N.D.
Ru-103	N.D.	N.D.
Ru-106	N.D.	N.D.
Te-129m	N.D.	N.D.

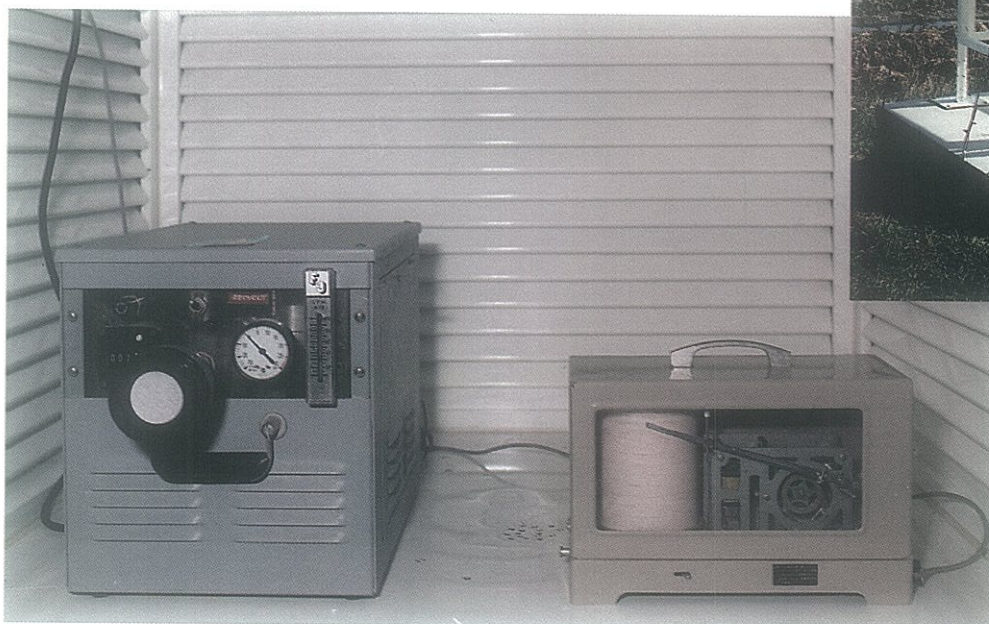
N.D. : No Detectado
S.R. : Sin Referencia

con monitores de radiación en continuo instalados en cuatro puntos en las proximidades del emplazamiento y que concuerdan con las medidas obtenidas con la dosimetría ambiental termoluminiscente (TLD), teniendo en cuenta la oscilación natural de las dosis ambientales y los diferentes métodos de detección.

En las muestras de suelo se aprecia actividad de Cs-137 que corresponde al remanente existente en la zona producido por deposición a consecuencia del accidente de Chernobil, como se aprecia en los valores del preoperacional.

una pequeña influencia en las dosis debidas a los efluentes como se muestra en el capítulo de efluentes radiactivos en período 1988 - 92.

Como se ha indicado anteriormente el resto de resultados obtenidos con el P.V.R.A. se encuentran dentro de los márgenes habituales de la radiactividad ambiental determinada en la etapa de vigilancia preoperacional, por lo que se deduce que no se aprecia impacto radiactivo de la operación de C.N. Vandellós II en el entorno.



cionamiento y no se han apreciado cambios en la radiactividad ambiental vigilada por el P.V.R.A.

A la vista de lo indicado anteriormente y como consecuencia de los controles y vigilancias establecidos, para comprobar el impacto medioambiental de C.N. Vandellós II, se puede deducir que este ha sido inapreciable en el período operativo que

comprenden los años 1988-1992.

Con respecto a las actuaciones futuras se mantendrán los controles y vigilancias existentes adaptándose a los posibles cambios que se puedan producir en el entorno social, que entre otros se refieren a las producciones agrícolas, las actividades industriales, los movimientos demográficos y los usos y las costumbres sociales. Todos estos parámetros se vigilan anualmente para poder apreciar los cambios producidos y adaptar, en consecuencia, las vigilancias existentes.

En resumen durante estos cinco años de operación de la Central se ha podido comprobar que las predicciones realizadas, en la etapa de construcción, sobre los posibles impactos ambientales eran conservadoras y superiores a la realidad, confirmando de esta manera la bondad del diseño y su inapreciable impacto en el entorno, tras cinco años de operación.

En las muestras de agua de mar se aprecia un ligero aumento de los niveles de tritio respecto los valores medios del programa preoperacional, manteniendo sin embargo alejados de los niveles de aviso establecidos en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento y con

CONCLUSIONES SOBRE IMPACTO AMBIENTAL DE C.N.VANDELLÓS II

Los efluentes no radiactivos en el período operacional no han superado en ningún caso las previsiones realizadas y en consecuencia se han mantenido por debajo de los límites establecidos. No se observa ningún tipo de incidencia en el entorno.

Por lo que respecta a los efluentes radiactivos en este período se han mantenido muy por debajo de los límites establecidos en las Especificaciones Técnicas de Fun-

EVOLUCION DOSIS ANUALES SEGUN R.V.R.A.C. EN 1988-92

