CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

SUCESO DE LIBERACIÓN DE PARTÍCULAS RADIACTIVAS EN C.N. ASCÓ I. DESCRIPCIÓN Y CONSECUENCIAS RADIOLÓGICAS

Consejo de Seguridad Nuclear

ÍNDICE

1. *Introducción y alcance*

2. *Descripción del suceso*

3. *Características de la emisión. Evaluación*
   - *3.1. Características físico-químicas de las partículas*
   - *3.2. Características radiológicas de las partículas*
   - *3.3. Inventario recuperado y término fuente*
   - *3.4. Dispersión de las partículas en el medio ambiente*

4. *Consecuencias radiológicas y acciones de remedio. Evaluación*
   - *4.1. Contaminación del sistema de ventilación del edificio de combustible*
   - *4.2. Contaminación del emplazamiento. Resultados de los programas de vigilancia radiológica*
   - *4.3. Vigilancia exterior al emplazamiento*
   - *4.4. Impacto radiológico personal. Resumen de alcance y resultados de los controles de contaminación personal*
   - *4.5. Estimaciones de impacto radiológico potencial. Verificación de límites aplicables*

5. *Conclusiones*

ANEXOS

- *Anexo I. Esquema simplificado del sistema de ventilación del edificio de combustible.*

- *Anexo II. Vigilancia radiológica ambiental. Planos de situación de vigilancia radiológica ambiental y rutas de la campaña especial de búsqueda de partículas*

1. INTRODUCCIÓN Y ALCANCE

El 4 abril de 2008, la central nuclear de Ascó remitió al CSN un informe de suceso notificable (ISN-AS1-127) debido a la detección de partículas radiactivas discretas en las vigilancias radiológicas que se realizan periódicamente en áreas exteriores a los edificios de la central dentro del emplazamiento.

La procedencia de estas partículas se relacionaba con las maniobras realizadas el 26 de noviembre de 2007, al finalizar la recarga 19ª de la unidad I de la central, para el vaciado y limpieza del canal de transferencia de combustible. Los restos contaminados del pocete situado en el fondo del canal de transferencia se recogieron en el depósito de una aspiradora de unos 50 litros de capacidad y se vertieron a la piscina de combustible, incorporándose una parte al sistema de ventilación del edificio de combustible a través de las rejillas de aspiración situadas en la pared de la piscina y, saliendo desde el sistema de ventilación al exterior en forma de partículas.

Al implicar una emisión radiactiva al exterior, el CSN puso en marcha un plan extraordinario de actuaciones para conocer su alcance, evaluar la potencial exposición de trabajadores y público y la contaminación del medio ambiente y adoptar acciones de respuesta apropiadas. Estas actuaciones incluyeron inspecciones, evaluaciones, mediciones, estimaciones y determinaciones analíticas independientes. El mismo día que fue notificado el suceso, 4 de abril, el CSN envió un equipo de inspectores al emplazamiento, compuesto por expertos en diversas disciplinas y el apoyo de una Unidad Técnica de Protección Radiológica (UTPR), con objeto de esclarecer las circunstancias del mismo.

Asimismo, el CSN ha atendido una gran demanda de información en relación con el suceso, tanto de instituciones y grupos de interés diversos, como de medios de comunicación social, lo que ha representado un extraordinario esfuerzo adicional.

El presente informe tiene como objeto presentar los aspectos del suceso necesarios para comprender las principales circunstancias y las consecuencias a las que dio lugar desde el punto de vista radiológico.

2. DESCRIPCIÓN DEL SUCESO

Con la central en situación de operación a potencia, el día 2 de abril de 2008, durante una extensión de la vigilancia radiológica de áreas exteriores de la unidad I de la central nuclear de Ascó, fueron detectadas varias partículas radiactivas sólidas en diversas localizaciones: terraza de los edificios de combustible, auxiliar, turbina y control, zona de penetraciones mecánicas de la contención y otras zonas a nivel del suelo. La extensión del programa de vigilancia radiológica de áreas exteriores se estaba realizando debido a que, el día 14 de marzo, durante el programa de vigilancia periódica, se había encontrado contaminación radiactiva en una zona próxima a la esclusa de equipos del edificio de contención.

El día 4 de abril, el titular emitió el informe de suceso notificable ISN-AS1-127, comunicando el hallazgo y recogida, dentro de su emplazamiento, de partículas radiactivas, e indicando como potencial origen de las mismas un incidente operativo ocurrido en noviembre de 2007, al final de la decimonovena recarga de la unidad I de la central.

Las partículas se recogieron en el terreno situado dentro del doble vallado y en las terrazas de diversos edificios de la central y se retiraron de forma indiscriminada con tierra. El titular, en una

primera determinación, basada en un modelo inadecuado de conversión de tasa de dosis a actividad, estableció que la actividad global recogida era de 0,19 MBq, valor que se ha modificado posteriormente con el hallazgo de nuevas partículas, una vez corregido el error en la estimación.

A partir del día 9 de abril, el titular, a requerimiento del CSN, llevó a cabo un programa extraordinario de vigilancia y recogida de partículas en las áreas exteriores bajo su control que se extendió hasta el 4 de diciembre de 2008 (en la actualidad se siguen detectando y recogiendo algunas partículas en determinadas zonas del emplazamiento, como por ejemplo en algunos parterres cubiertos con grava).

En paralelo con el programa del titular el CSN llevó a cabo, entre el 17 de abril y el 14 de mayo, una campaña especial de vigilancia con objeto de detectar el posible impacto en el exterior del emplazamiento.

El día 10 de junio de 2008 la Unidad I de la central de Ascó se llevó a situación de parada hasta el día 27 de junio. Durante esta parada el titular realizó actividades de detección y recogida de partículas en zonas no accesibles en operación y de normalización radiológica de las áreas transitables del emplazamiento. Estas actividades son las que motivaron la parada.

El suceso tuvo su origen en un incidente operativo, ocurrido al final de la 19ª recarga de la unidad I de Ascó (iniciada el 27 de octubre de 2007 y finalizada el 1 de diciembre de 2007). Durante la recarga y con objeto de trasladar los elementos combustibles irradiados desde el reactor a su almacenamiento en el edificio de combustible, se mantienen conectados la cavidad de recarga y este edificio a través del tubo de transferencia, que atraviesa la contención, y termina en un canal en el edificio de combustible, adosado a la piscina de almacenamiento y separado de ella por una compuerta abierta en recarga, de forma que se constituye un trayecto para los elementos combustibles, bajo un espesor de más de 6 metros de agua que proporciona el blindaje suficiente para la cota de operación.

Terminada la recarga, se cierra el tubo de transferencia y se coloca la compuerta de separación entre el canal de transferencia y la piscina de combustible. La cavidad de recarga y el canal de transferencia se vacían de agua y se descontaminan. La descontaminación incluye el chorreado de paredes y estructuras y arrastre de suciedad y partículas hasta la cota más baja en la que se sitúa un pocete de recogida. Los últimos restos de agua del canal (unos 50 litros) se extraen de ese pocete, mediante una aspiradora portátil.

En una maniobra no prevista en el procedimiento aplicable, el depósito de la aspiradora, con el agua recogida y los lodos decantados que incorporaba, se izó desde el fondo del canal de transferencia a la cota de operación del edificio de combustible y su contenido se vertió manualmente a la piscina. Ya sea por vertido directo o por salpicadura, parte del agua fue absorbida por el sistema de ventilación del edificio, ya que algunas de sus rejillas de aspiración se sitúan en la pared de la piscina, entre la cota de operación (borde superior de la piscina) y la superficie del agua.

El sistema de ventilación del edificio de combustible (en el Anexo I se incluye un esquema simplificado del sistema) dispone de dos subsistemas de extracción: uno de emergencia, en el que el aire aspirado se conduce a un sistema de filtrado de alta eficiencia (provisto de prefiltro, filtro de partículas de alta eficiencia y filtro de carbón activo) antes de descargarlo a la chimenea a través de un colector común (plenum), que recoge las extracciones de todos los edificios de la zona controlada de la central así como las descargas controladas de efluentes gaseosos; y otro de operación normal, en que el aire aspirado se dirige directamente al plenum y la chimenea sin filtrado previo. Ambos sistemas comparten conductos entre las rejillas de aspiración y la entrada en el sistema de filtración y en la descarga al plenum tras los filtros.

El sistema de extracción de emergencia se debe mantener en funcionamiento durante todas las operaciones de movimiento de combustible y, además, arranca automáticamente cuando cualquiera de los dos detectores de radiación de área del edificio de combustible registra un valor de tasa de dosis preestablecido. Este arranque se acompaña de la parada automática del subsistema de ventilación normal, garantizando que cualquier contaminación presente en la atmósfera del edificio de combustible quede retenida en el sistema de filtros y no sea vertida al exterior a través de la chimenea.

La chimenea de descarga de la ventilación de los edificios de la zona controlada, incluido el edificio de combustible, de la C N Ascó I está situada en el edificio auxiliar, adosada a la pared del edificio de contención y tiene una altura superior a la de las terrazas de los edificios colindantes excepto el edificio de contención.

La descarga de efluentes gaseosos a través de la chimenea se vigila de forma continua. La chimenea dispone de una toma isocinética a través de la cual se extrae de forma continua una muestra del aire proporcional al caudal existente en cada momento en la chimenea, que se hace pasar por tres monitores para partículas, radioyodos y gases nobles. En paralelo con los monitores se dispone de dos filtros, uno para partículas y otro para radioyodos que se reemplazan y analizan con periodicidad semanal. Estos sistemas en las fechas en que se deduce que se produjo el vertido no dieron ninguna alarma que pudiera indicar que se estaba produciendo la emisión de partículas radiactivas por la chimenea, salvo el día 22 de diciembre de 2007 en que se produjo un pico que dio lugar a la superación del punto de tarado de alarma del monitor de partículas de efluentes gaseosos en la chimenea, que no fue tenido en cuenta por el titular al no coincidir con la realización de ninguna maniobra operativa.

En el emplazamiento y el entorno de la central nuclear de Ascó existen tres redes de vigilancia radiológica ambiental constituidas por estaciones de medida en continuo que se describen en el apartado 4.3.2.2. Los resultados de tasas de dosis observados en esas redes en las fechas en que se estima que tuvo lugar el vertido de partículas al exterior, no indican variaciones reseñables. Únicamente se identificaron picos con escasa significación radiológica en la estación de la Generalitat denominada *"CN Ascó emplazamiento"* entre los días 14 a 17 de diciembre de 2007. Estos picos se comunicaron al titular de la CN Ascó, que no les atribuyó significación.

A continuación de describe la secuencia del incidente operativo que dio lugar al suceso notificable del 4 de abril:

- El día 26 de noviembre, previamente al izado del depósito de la aspiradora a la cota de operación del edificio y, ante la eventualidad de que los monitores de radiación de área, al detectar la actividad contenida en él, arrancasen la ventilación de emergencia, se pusieron en marcha manualmente desde la sala de control las dos ramas de dicha ventilación, sin cerrar previamente las compuertas de aspiración desde las rejillas situadas en la pared de la piscina.

- Posteriormente se efectuó el vertido del contenido de la aspiradora a la piscina de combustible, sin que los operarios que la realizaron apreciasen la entrada de parte del líquido por las rejillas de aspiración del sistema de ventilación del edificio. La maniobra, tal como se había previsto, activó las alarmas de los monitores de radiación, sin más consecuencias, pues el sistema de extracción de emergencia ya estaba arrancado.

- Finalizada la maniobra la alarma de los monitores no cesó debido a que la tasa de dosis que detectaban seguía por encima de su punto de actuación. La investigación de este hecho

condujo a identificar las rejillas de las tomas de aspiración de la pared de la piscina como fuente de la radiación, observándose en ellas humedad y restos de óxido.

- El día 27 de noviembre de 2007, el titular intentó descontaminar las rejillas sin conseguirlo, procediendo a colocar mantas de blindaje de plomo sobre ellas y sobre los conductos de ventilación contaminados hasta conseguir reducir los niveles de radiación en la zona. A pesar de ello, la zona hubo de reclasificarse radiológicamente debido a la alta tasa de dosis en ella.

- El mismo día 27, el titular ajustó los niveles de alarma y actuación de los monitores de radiación para adecuarlos a los nuevos niveles de radiación existentes en la zona y con objeto de eliminar la alarma y las consiguientes demandas automáticas de actuación y parada de los sistemas de ventilación de emergencia y normal, respectivamente, durante las intervenciones de descontaminación.

- El sistema de ventilación de emergencia se mantuvo en funcionamiento, según los registros, hasta el día 29 de noviembre de 2007 en que se paró, arrancándose el sistema de ventilación normal, lo que permitió el vertido al exterior de la contaminación existente en los conductos del sistema. Las condiciones meteorológicas en esa fecha correspondían a una situación de tiempo estable y sin vientos en la zona.

Los filtros de alta eficacia de los que dispone el sistema de ventilación en modo de emergencia retuvieron la contaminación puesta en circulación en dicho sistema y hubieran evitado la emisión al exterior de haber seguido actuando la ventilación en dicho modo. La puesta en marcha de la ventilación normal dio lugar a la emisión al exterior de una fracción de partículas contaminadas.

No existen dudas sobre el origen del suceso, constituido por la emisión de partículas radiactivas por la chimenea a consecuencia del arrastre de la contaminación depositada en los conductos de ventilación del edificio de combustible a través del sistema normal, una vez que se arrancó el 29 de noviembre de 2007.

En los programas de vigilancia realizados en el emplazamiento, con anterioridad al 4 de diciembre de 2008, se recogieron partículas con una actividad total de 409 MBq referidos a 26 de noviembre de 2007. Todas las actividades involucradas en el suceso se refieren conservadoramente a esa fecha, en la que tuvo lugar el vertido a la piscina de combustible.

En los programas de vigilancia realizados por el titular entre el 9 de abril y el 4 de diciembre se han recogido partículas en un total de 1314 puntos. En el interior del doble vallado de la central se han recogido 1198 puntos (91,17%), 106 puntos (8,07%) en el exterior del doble vallado dentro del emplazamiento de la central y cinco (0,38%) en camiones y máquina barredora, adicionalmente el CSN recogió cinco partículas (0,38%) en el talud de la orilla izquierda del río Ebro, durante el desarrollo de la campaña realizada en el exterior del emplazamiento. Antes del día 9 de abril de 2008 el titular había recogido cinco lotes de partículas, en aproximadamente 120 puntos en el interior del doble vallado.

Simultáneamente con el programa de vigilancia de áreas exteriores el titular ha realizado diversas actuaciones para la descontaminación de los componentes del sistema de ventilación del edificio de combustible, plenum de descarga y chimenea.

3. CARACTERÍSTICAS DE LA EMISIÓN

Se ha llevado a cabo un análisis de las características físico-químicas y radiológicas de las partículas emitidas y una estimación del término fuente y se ha realizado un cálculo teórico para simular la dispersión de las partículas posteriormente al incidente. Estos aspectos se exponen a continuación.

3.1 Características físico-químicas de las partículas.

Se ha realizado el análisis de muestras representativas en laboratorios especializados para la caracterización físico-química de las partículas recogidas en el interior de los conductos de ventilación del edificio de combustible de C.N. Ascó I, y de las encontradas en el emplazamiento, dentro y fuera del doble vallado, y en la orilla izquierda del río Ebro.

En el caso de las partículas halladas en áreas exteriores se han seleccionado un total de 51 muestras, que representan aproximadamente el 4% de puntos con partículas encontradas, teniendo en cuenta la actividad y localización de las mismas. En todos los casos se ha aplicado como criterio que la composición isotópica de las muestras seleccionadas contuviera los radioisótopos Co-58 y Co-60 como garantía de que se trata de partículas asociadas al suceso AS1-127.

En el caso de las partículas encontradas en el sistema de ventilación del edificio de combustible, se han seleccionado 13 muestras procedentes del interior de las unidades de extracción, del plenum, de los conductos del sistema de ventilación y de los filtros.

Las muestras han sido analizadas en el CIEMAT mediante un microscopio electrónico de barrido (SEM) equipado con un detector de rayos X (EDX), que determina la composición química y no permite discriminar entre partículas radiactivas o no radiactivas.

Los resultados indican que la mayoría de ellas están compuestas por elementos considerados inertes procedentes de contaminación ambiental, tales como Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca y esporádicamente Ba. En otras partículas, además de estos elementos, ha sido posible identificar elementos metálicos tales como Fe, Zr, Ni, Cr, Mn, Zn (esporádicamente Sb, Ag, W y V) que se han considerado como elementos propios del suceso.

La selección de las muestras con partículas que pueden tener su origen en el suceso notificable AS1-127 permite observar una gran variación de tamaños que están comprendidos entre varias micras y cientos de micras, presentándose en algunos casos como agregados.

3.2 Características radiológicas de las partículas.

Durante las tareas de descontaminación realizadas en los conductos de ventilación tras el incidente, el material radiactivo se recogió y procesó en diferentes bidones. Asimismo, se almacenaron en bidones los filtros retirados del sistema de ventilación. La caracterización radiológica del contenido de estos bidones se ha realizado por el titular para el conjunto del material radiactivo contenido en los mismos.

Para determinar las características radiológicas de las partículas encontradas en áreas exteriores, hay que tener en cuenta que inicialmente (del 14 de marzo al 8 de abril de 2008) se procedió a la descontaminación y retirada de partículas sin individualizarlas, mientras que posteriormente se individualizaron todas las partículas recogidas en la medida de lo posible y, por lo tanto, la caracterización se realizó para cada una de ellas o para pequeñas agrupaciones de partículas.

Adicionalmente, el CSN solicitó a Enresa la realización de una serie de medidas para verificar la calidad de los análisis del titular. Los resultados obtenidos por el laboratorio de El Cabril son coherentes con los presentados por el titular.

Para la determinación de la composición isotópica y actividad de las muestras se han realizado un total de 1205 análisis.

El análisis de los resultados pone de manifiesto que la gran mayoría de los isótopos identificados en las partículas recogidas en áreas exteriores corresponden a productos de corrosión activados, y que las partículas tienen su origen en el vertido del líquido contenido en la cuba de la aspiradora a la piscina de combustible.

3.3 Inventario recuperado y término fuente potencial.

El titular ha realizado la estimación del término fuente del incidente teniendo en cuenta las lecturas de los monitores de radiación del edificio de combustible, localización de la aspiradora durante el vertido a la piscina, dimensiones y materiales de construcción de la aspiradora, actividad de la aspiradora vacía y material radiactivo recogido en el exterior, en los filtros del sistema de ventilación y el resultante de la descontaminación de los conductos de ventilación.

Se ha realizado una estimación de la actividad contenida en la aspiradora en el momento del incidente (término fuente potencial) y de la actividad recogida en áreas exteriores, filtros y conductos de ventilación.

La actividad de la aspiradora llena correspondería a la actividad inicial, término fuente potencial del suceso. Durante la maniobra de vaciado de la aspiradora a la piscina de combustible, la mayor parte de esta actividad fue vertida a dicha piscina, quedando una actividad residual en la aspiradora vacía, y el resto sería la que habría pasado al sistema de ventilación.

El CSN ha realizado una estimación independiente de la actividad presente en la cuba de la aspiradora en el momento del incidente utilizando un programa de cálculo de blindajes, obteniendo resultados similares a los presentados por el titular.

La actividad que pasó accidentalmente al sistema de ventilación equivale aproximadamente a la suma de las siguientes (expresadas todas a fecha 26/11/2007):

- Actividad retenida en los conductos del sistema de ventilación del edificio de combustible: 3,51E+04 MBq.
- Actividad retenida en el conjunto de filtros del sistema de ventilación de emergencia del edificio de combustible (81A29A/B): 2,46E+03 MBq.
- Actividad recogida en áreas exteriores: 4,09E+02 MBq.

Considerando la estimación realizada para determinar la actividad en el líquido vertido desde la cuba de la aspiradora y las actividades recogidas en los conductos del sistema de ventilación, en los filtros del sistema de ventilación y en las partículas recogidas en áreas exteriores, se estima que la actividad que pudo pasar accidentalmente al sistema de ventilación sería el 30.4% de la actividad contenida en el líquido vertido desde la cuba.

3.4 Dispersión de las partículas en el medio ambiente.

El titular, a requerimiento del CSN, realizó un estudio de simulación de dispersión de partículas, cuyo objetivo era desarrollar un modelo tridimensional de dispersión atmosférica de las partículas liberadas por la chimenea principal de C.N. Ascó I a consecuencia del suceso, teniendo en cuenta sus características físicas, de manera que se pudiera estimar la probabilidad de que una determinada partícula liberada, caracterizada por su tamaño, hubiese podido llegar a una ubicación determinada. El estudio se ha desarrollado mediante herramientas de Fluido-Dinámica Computacional o CFD.

La simulación se ha desarrollado teniendo en cuenta la orografía propia del entorno de la C.N. Ascó, así como los edificios significativos desde el punto de vista del movimiento del aire atmosférico y de las partículas. El dominio de simulación comprende un área de 5200 m de ancho por 3200 m de largo, medidos en planta y con origen de coordenadas en el venteo de la chimenea de C.N. Ascó I, y abarca parte de los términos municipales de las localidades de Ascó, Vinebre y muy escasamente de Flix.

Debido a que no se conocen de forma precisa los momentos en los que se produjeron las emisiones de partículas, se tomaron como condiciones atmosféricas las que se dieron a lo largo de los periodos de tiempo en los que se considera que de forma más probable se pudieron producir dichas emisiones.

Las condiciones atmosféricas de estos periodos se han obtenido de los datos registrados, como promedio cada 15 minutos, por la torre meteorológica situada en el propio emplazamiento de la central nuclear de Ascó.

Los resultados del estudio ponen de manifiesto que los datos de deposición de partículas son muy similares independientemente de los periodos de tiempo considerados, quedando las partículas de diámetros superiores depositadas en las inmediaciones de la chimenea, alejándose más a medida que disminuyen de tamaño. La posibilidad de recoger partículas grandes en regiones más alejadas de la chimenea tendría su origen en la resuspensión por vientos fuertes del noroeste.

El estudio presenta un mapa de probabilidades de depósito de partículas que se aproxima a la distribución de partículas recogidas en áreas exteriores, aunque, debido al entorno de simulación originalmente considerado, el modelo no aporta información completa sobre el comportamiento teórico de eventuales partículas de tamaño muy pequeño.

4. CONSECUENCIAS RADIOLÓGICAS Y ACCIONES DE REMEDIO

4.1 Contaminación del sistema de ventilación del edificio de combustible

El sistema de ventilación del edificio de combustible resultó contaminado durante el suceso, por lo que el titular ha realizado operaciones de limpieza y control radiológico en diferentes periodos y, posteriormente, en diciembre de 2008 y enero de 2009, ha realizado una vigilancia radiológica tras periodos de operación prolongados del sistema. Basándose en sus resultados, ha realizado una propuesta para un Programa de Control de la contaminación residual a largo plazo.

Las actividades de limpieza incluyeron técnicas de aspirado, cepillado y trapeado, apertura de registros y cortes en los conductos para acceso y descontaminación de su interior, así como aspirado y cambio de prefiltros de las dos unidades de emergencia.

El titular estableció criterios de referencia para considerar un conducto limpio, teniendo en cuenta aspectos tales como el umbral de medida de los equipos utilizados y los valores de radiación de fondo propios de la zona.

Tras el funcionamiento del sistema de ventilación del edificio de combustible entre el 4 de diciembre de 2008 y el 15 de enero de 2009, se realizó la vigilancia radiológica del mismo y del interior del plenum de la descarga. Los resultados mostraron valores de tasas de dosis estables que parecen descartar la movilización de nuevas partículas.

Posteriormente el titular ha establecido un programa de control radiológico a largo plazo (durante los próximos dos ciclos de operación) para verificar la ausencia de partículas en los conductos durante el funcionamiento normal del sistema de ventilación. El funcionamiento del sistema de ventilación se mantendrá a través de las unidades de filtrado de emergencia, hasta que se adopte una solución definitiva, actualmente en estudio, para la ventilación normal del edificio de combustible, que en cualquier caso pasará por filtración (el sistema normal se mantiene parado y aislado). Una vez transcurridos los dos ciclos de operación establecidos, el titular deberá realizar una reevaluación de la situación radiológica así como una propuesta de solución definitiva para el sistema.

De todas las vigilancias realizadas se concluye que sigue existiendo contaminación residual en el tramo de conductos desde las tomas de aspiración hasta las unidades de filtración. En todo caso, la eventual movilización de partículas en este tramo sería retenida por las unidades de filtración.

4.2 Contaminación del emplazamiento. Resultados de los programas de vigilancia.

4.2.1 Campaña para la normalización radiológica.

El 8 de abril de 2008 se inició por parte del titular de la instalación una campaña de normalización radiológica del emplazamiento, extendida al conjunto de zonas que configuran el emplazamiento y áreas perimetrales exteriores al mismo.

Durante la campaña se han realizaron controles radiológicos en los que se han recuperado y analizado las partículas encontradas, de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.

Para facilitar la identificación y poder garantizar que la vigilancia ha cubierto todo el emplazamiento, éste se dividió en áreas y cada una de estas áreas en zonas más pequeñas en las que se identifican las principales estructuras individuales objeto de los controles.

El criterio utilizado para declarar cada área y cada zona como “liberada” fue el realizar dos controles consecutivos en la totalidad del área o zona sin detectar ningún punto con valores superiores al fondo existente en esa área o zona (“dos veces limpio”). No obstante, en aquellas zonas en las que la realización de la vigilancia conllevaba un riesgo de trabajo en altura (paredes verticales de edificios, torres de megafonía e iluminación…) o exigía poner fuera de servicio ciertos equipos especiales (transformadores de arranque y válvulas de alivio de vapor principal), el criterio ha sido realizar un único control siempre que éste no indicara la presencia de partículas (“una vez limpio”).

4.2.2 Plan de vigilancia en el emplazamiento (áreas exteriores a edificios)

Como consecuencia del proceso de normalización radiológica del emplazamiento se ha ampliado el programa de vigilancia de áreas exteriores a zona controlada que tenía CN Ascó antes del incidente, vigilancia que se realizará con frecuencia semanal, semestral y anual dependiendo de la zona de que se trate.

Aún se siguen encontrando algunas partículas en determinadas zonas del emplazamiento (parterres cubiertos con grava). Su número, localización y actividad no afectan a la valoración global de las consecuencias del incidente. No obstante, todas las nuevas partículas que se recojan serán sometidas a los mismos procesos de análisis y gestión aplicados hasta ahora.

Lo anterior, junto con la aparición de partículas radiactivas cuyo origen no está ligado al suceso notificable AS1-127, conlleva la necesidad de que el titular ponga en práctica un programa especial de vigilancia radiológica de áreas exteriores dentro del emplazamiento similar al requerido mediante Instrucción Técnica por el CSN al resto de instalaciones nucleares españolas en operación.

4.3 Vigilancia exterior al emplazamiento

En los siguientes apartados se describe brevemente la campaña especial de vigilancia realizada por el CSN en el exterior del emplazamiento de la central nuclear de Ascó, los diversos programas de vigilancia radiológica ambiental ejecutados de forma habitual, y la evaluación realizada de los resultados obtenidos en cada uno de ellos para valorar el impacto radiológico que este incidente ha podido tener en el entorno del emplazamiento de la central.

4.3.1 Campaña especial de vigilancia radiológica en el exterior de la central

Entre el 17 de abril y el 14 de mayo de 2008 el CSN desarrolló una campaña especial de vigilancia con objeto de detectar el posible impacto radiológico en el exterior del emplazamiento de la central nuclear de Ascó.

El alcance del programa de vigilancia se estableció teniendo en cuenta la información meteorológica y la relativa al suceso disponible en aquel momento. La campaña se desarrolló con apoyo de una UTPR contratada por el CSN, en presencia de la Inspección del organismo, e incluyó mediciones manuales a pie, complementadas con mediciones utilizando la unidad móvil ambiental (UMA) del CIEMAT en viales en un radio de 3 km alrededor de la central, calles de las poblaciones de Ascó, Vinebre y Flix y otros puntos de interés accesibles como colegios, polideportivos etc. (Anexo II)

En las medidas realizadas a pie se encontraron entre los sectores E y S, y en las zonas más próximas a la central, donde se había previsto una mayor probabilidad de deposición de las partículas, cinco puntos con contaminación (véase el Anexo II), inicialmente identificada como de Co-60 en cuatro casos y como Nb-95 en el otro.

En todo el resto de zonas donde se han realizado medidas a pie y en las medidas llevadas a cabo con la UMA del CIEMAT no se detectaron puntos con contaminación.

4.3.2 Programas de vigilancia establecidos en el entorno de la central nuclear de Ascó

Los programas que de forma habitual se desarrollan en el entorno de la central son:

4.3.2.1 Programas de muestreo y análisis

Estos programas incluyen:

1. Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) y su programa de control de calidad correspondiente, desarrollados bajo la responsabilidad del titular de la instalación con objeto de evaluar el posible impacto radiológico derivado de los efluentes emitidos durante el funcionamiento de la central, y Programa de vigilancia independiente (PVRAIN) realizado por la Generalitat de Cataluña (GC), por encomienda del CSN.

   La campaña de determinaciones analíticas del PVRA y PVRAIN del año 2007 se llevó a cabo de acuerdo con lo previsto. Para realizar un seguimiento específico del posible impacto producido por el suceso de CN Ascó se solicitó a la instalación el adelanto de la recogida y análisis de algunas muestras del programa del año 2008. Así mismo, se solicitó tanto al titular como a la GC la recogida de muestras adicionales de sedimentos y organismos indicadores con un aumento de la frecuencia de muestreo de semestral a mensual y en el caso de la Generalitat, además, con la incorporación de un nuevo punto.

2. Programa de vigilancia del río Ebro realizado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (Cedex) como parte del programa de vigilancia del medio acuático llevado a cabo en la Red de Estaciones de Muestreo (REM), que forma parte de la red de vigilancia nacional (Revira) que gestiona el CSN.

   En el río Ebro, en su zona final donde se encuentra la central de Ascó, hay cuatro puntos de muestreo en el entorno de la instalación y otro situado más abajo hacia la desembocadura.

Del análisis de los resultados obtenidos por el PVRA y control de calidad del titular, PVRAIN y REM, desde que ocurrió el incidente, se concluye que no se detecta un incremento de actividad radiológica en el exterior de la instalación, lo que resulta coherente con las conclusiones obtenidas sobre las características del vertido.

4.3.2.2 Redes de estaciones automáticas de medida en continuo.

Estas Redes están integradas por:

- Red de la Generalitat de Cataluña, constituida, en el entorno de C.N. Ascó, por cuatro estaciones de medida de tasa de dosis gamma ambiental, una de las cuales está situada en el mismo emplazamiento junto a la estación de medida en continuo de la central. La Generalitat y el Consejo de Seguridad Nuclear mantienen suscrito desde hace varios años un acuerdo específico de colaboración para la explotación conjunta de esta red.

- Red de la instalación, que consta de ocho estaciones fijas de medida en continuo de tasa de dosis gamma ambiental, tres dentro del emplazamiento de CN Ascó y cinco fuera del mismo.

- Red de Alerta a la Radiactividad (RAR) establecida y gestionada por la dirección General de Protección Civil y Emergencias, con 902 estaciones en el territorio nacional de medida en continuo de tasa de dosis gamma ambiental, para detectar y seguir la evolución de sucesos que puedan provocar niveles anormales de radiación, de las cuales 13 están situadas en un radio aproximado de 10 km en torno a la central nuclear de Ascó.

Del análisis de los datos obtenidos en estas redes con posterioridad al suceso de CN Ascó, se deduce lo siguiente:

- En las estaciones de las tres redes de estaciones automáticas, ubicadas en el entorno de la instalación, no se han observado variaciones reseñables, manteniéndose dentro de valores habituales.

- Los únicos picos a destacar se detectaron en una estación de la red automática de la Generalitat de Cataluña, durante los días 14 a 18 de diciembre de 2007, alcanzando un valor máximo que, aunque no tiene una significación radiológica, es una variación que, según indica la propia Generalitat, no se justifica únicamente por la pluviometría registrada en esas fechas, por lo que comunicó el hecho al titular de la CN Ascó, que no identificó ninguna circunstancia operativa con la que pudiera relacionarse.

Por tanto, los datos de estas redes confirman la normalidad de la situación radiológica en el exterior de la instalación.

4.4 Impacto radiológico personal. Resumen del alcance y resultados de los controles de contaminación personal.

En este apartado se revisan y analizan los controles de contaminación interna realizados a trabajadores y visitas de la central nuclear de Ascó a raíz del suceso notificable AS1-127.

4.4.1 Criterios para la realización de los controles de contaminación

El CSN requirió a C.N. Ascó la presentación de un programa de vigilancia de la contaminación interna de las personas potencialmente afectadas por el incidente.

El programa inicial previsto por C.N. Ascó se amplió, a requerimiento del CSN, de forma que, finalmente se aplicó con el siguiente alcance:

- De forma obligatoria, a todas las personas (plantilla, contrata, visitas) que hubieran accedido al interior del doble vallado de la central en el período comprendido entre el 28 de noviembre de 2007 y el 8 de abril de 2008.

- De forma voluntaria, a iniciativa de las personas implicadas, a aquellas personas que, durante ese período, hubieran accedido al emplazamiento de la instalación, y que hubieran permanecido en el exterior del doble vallado.

No se consideró justificada, por el bajo riesgo de exposición, la vigilancia radiológica de otros colectivos distintos (familiares del personal de C.N. Ascó, habitantes de localidades próximas a la central, etc.).

Como consecuencia de la aplicación de estos criterios, el programa de vigilancia, que inicialmente se preveía que abarcarse a unas 800 personas, se amplió hasta abarcar a 2.717 personas.

Adicionalmente, el CSN requirió a C.N. Ascó que seleccionara una muestra representativa de trabajadores cuyas actividades hubieran implicado mayor riesgo de contaminación interna (por haber intervenido en la descontaminación de conductos de ventilación y en la localización y retirada de partículas), con objeto de someterlos a un control adicional independiente en el servicio de dosimetría interna del CIEMAT.

Por último, hay que indicar que en el servicio de dosimetría interna del Ciemat han sido sometidos asimismo a control de contaminación interna el personal del CSN y del CIEMAT que desarrolló actividades relacionadas con el suceso.

4.4.2 Resumen de los controles de contaminación interna realizados

El programa de vigilancia requerido por el CSN ha sido realizado con el apoyo de los servicios de dosimetría interna de C.N. Ascó, C.N. Vandellós II y Tecnatom (todos ellos autorizados por el CSN). Por su parte, el CSN ha realizado controles radiológicos independientes mediante el servicio de dosimetría interna que tiene autorizado el CIEMAT.

C.N. Ascó, con salvedades debidamente justificadas, ha dado cumplimiento al programa de vigilancia de la contaminación interna requerido por el CSN realizando los controles de contaminación interna previstos.

En el contexto de estos controles, merecen especial atención los realizados sobre distintos colectivos de escolares que, en el período comprendido entre noviembre de 2007 y abril de 2008, visitaron el emplazamiento de C.N. Ascó. La totalidad de dichos controles se realizó bajo la supervisión de una inspectora del CSN experta en dosimetría.

En ninguno de los controles realizados se han obtenido resultados de actividad por encima de los límites de detección de los equipos de medida utilizados.

El hecho de que en todos los controles realizados se hayan obtenido valores por debajo de las actividades mínimas detectables (AMD) no implica necesariamente que no se hayan podido producir incorporaciones de material radiactivo al organismo sino que, en caso de que se hubieran producido, en el instante en que se realizó el control darían valores por debajo de las AMD debido a su decaimiento radiactivo y biológico.

En el apartado 4.5 del informe se presenta un análisis que permite estimar la magnitud de las dosis que hubieran podido resultar de haberse producido una incorporación al organismo vía ingestión de las partículas emitidas como resultado del incidente.

4.4.3 Otras medidas de control de la contaminación personal.

El 17 de abril de 2008, a la salida del doble vallado, se instalaron, y empezaron a operar, dos equipos de control de contaminación de personas tipo “pies y manos”, y el 30 de abril de 2008, se instalaron dos pórticos de centelleo plástico en sustitución de los de pies y manos inicialmente instalados.

Desde la fecha de instalación de los pórticos a la salida del doble vallado de la central hasta el mes de diciembre de 2008 se han producido un total de 16 alarmas en los mismos. Todas ellas están en estudio y 9 de ellas fueron claramente debidas a aspectos no relacionados con este suceso.

4.5 Estimaciones del impacto radiológico potencial. Verificación de límites aplicables.

En relación con el riesgo de exposición a las partículas radiactivas, hay que tener en cuenta que éstas se han encontrado fundamentalmente en los terrenos de la central, mayoritariamente en el interior del doble vallado, y que sólo en un número reducido (5) se han encontrado en el exterior, próximas al talud del río Ebro en la orilla opuesta a la central. Al haberse encontrado las partículas en zonas de libre acceso dentro de la central, la evaluación de la exposición del público no debe

circunscribirse al exterior de la misma, ya que los trabajadores de la central no clasificados como "trabajadores expuestos" deben considerarse como miembros del público, si bien hay que tener en cuenta este hecho a la hora de considerar las vías de exposición y posible población expuesta.

Con objeto de tener una estimación conservadora de la dosis al público se ha realizado un análisis considerando dos escenarios teóricos potenciales. En primer lugar se han estimado las dosis potenciales a un individuo adulto situado en el interior del emplazamiento y, en segundo lugar, las dosis potencial al adulto (> 17 años), niño (7-12 años) e infante (1-2 años) debidas a las partículas encontradas fuera del emplazamiento.

4.5.1 Impacto radiológico potencial en el interior del emplazamiento.

En 224 puntos identificados con contaminación durante las vigilancias de áreas exteriores dentro del emplazamiento y cuya muestra se ha medido individualmente, la actividad contenida en las mismas daría lugar, en el caso hipotético de su inhalación por un individuo adulto, a la superación de 1 mSv, límite de dosis para el público establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (RPSRI). En 10 puntos las dosis recibidas en un caso hipotético de inhalación superarían 10 mSv.

En 14 puntos identificados con contaminación durante las vigilancias de áreas exteriores dentro del emplazamiento, y cuya muestra se ha medido individualmente, la actividad contenida en la misma daría lugar en el caso hipotético de su ingestión a la superación de 1 mSv.

No obstante, hay que destacar que en ninguno de los controles realizados se ha evidenciado actividad por encima de los límites de detección de los equipos de medida utilizados, pudiéndose concluir que el hecho de que en todos los controles se hayan evidenciado valores por debajo de las AMD significa:

- **Inhalación**. O bien no ha habido incorporación de partículas de tamaño respirable (inferior a 10 μm) por esta vía, o bien en, caso de haber habido incorporación de partículas de tamaño respirable, su magnitud habría sido tal que la dosis efectiva comprometida resultante quedaría por debajo del límite de dosis al público (1 mSv).

  Por lo que se refiere a partículas de mayor tamaño, éstas quedarían depositadas en las regiones altas del sistema respiratorio (región nasal, tráquea y laringe), sin transferirse a la región pulmonar. Estas partículas podrían ser expulsadas al exterior (por ejemplo a través de la tos) o, tras períodos de tiempo relativamente cortos, pasar al tracto gastrointestinal a través de la saliva, donde quedarían sometidas a procesos de remoción similares a los de las partículas ingeridas.

- **Ingestión.** No se puede descartar (al 100 %) la incorporación de las partículas por esta vía, dado que las partículas encontradas en C.N. Ascó son muy poco solubles a pH fisiológico, por lo que apenas se absorberían en sangre y, en consecuencia, se eliminarían completamente a través de las heces en 3-4 días

Por lo tanto, se considera que la probabilidad de que un miembro del público haya recibido dentro del emplazamiento una dosis por inhalación de las partículas radiactivas superior a los límites de dosis para el público del RPSRI es remota, teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los controles de radiactividad corporal. Sin embargo, en el caso hipotético de la ingestión de las partículas, aún teniendo en cuenta que puede haber una sobrevaloración en las estimaciones realizadas al utilizar los factores de conversión de dosis del RPSRI, los valores obtenidos no

permiten descartar que un individuo adulto del público situado en el interior del emplazamiento pudiera haber recibido una dosis superior a los límites del RPSRI.

Se ha realizado también una estimación de las dosis resultantes en un escenario teórico de depósito de una partícula de actividad máxima en la superficie de la piel de un individuo dentro del emplazamiento, resultando que, en periodos de exposición relativamente cortos (menores de 1 hora), se producirían unas dosis superiores al límite de dosis reglamentario para trabajadores expuestos (500 mSv). En este mismo escenario, la estimación de dosis a piel para una partícula de actividad promedio indica que se superarían los límites de dosis reglamentarios para miembros del público en periodos de exposición también cortos (unas 2 horas).

Hay que indicar que, en el escenario teórico de exposición de la piel estudiado, a la vista de las tasas de dosis obtenidas en el caso de la partícula de actividad máxima, no cabría descartar la posibilidad de aparición de efectos deterministas en unas pocas horas. No obstante, dichos efectos, en caso de ocurrir, se manifestarían únicamente en zonas muy localizadas en torno a la partícula y no tendrían implicaciones de importancia para la salud de las personas afectadas.

4.5.2 Impacto radiológico potencial en el exterior del emplazamiento.

Considerando la partícula de mayor actividad recogida en el exterior del emplazamiento, las dosis máximas que potencialmente podrían haber recibido las personas del público en los distintos grupos de edad, suponiendo escenarios teóricos (de baja probabilidad) de incorporación mediante inhalación e ingestión de dicha partícula no superarían los límites reglamentarios de dosis efectiva para los miembros del público (1 mSv por año), aún teniendo en cuenta las hipótesis conservadoras utilizadas. Sin embargo, sí se superaría el valor de la restricción operacional de dosis establecido en el Manual de Cálculo de Dosis al Exterior (0,1 mSv en 12 meses consecutivos).

La estimación de las dosis en piel que hubiera podido recibir alguna de las personas que han transitado por zonas del exterior del emplazamiento de C.N. Ascó I en las que se han localizado partículas, también realizada con la partícula de mayor actividad, concluye que, en los escenarios teóricos de exposición estudiados, se producirían unas dosis que harían que, en períodos de exposición relativamente cortos (unas 6 horas), se viera excedido el límite reglamentario anual de dosis a la piel para miembros del público (50 mSv).

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones alcanzadas en el estudio de los aspectos radiológicos del suceso son las siguientes:

- Se ha obtenido un conocimiento suficiente de las características de la emisión, incluidas las propiedades físico-químicas y radiológicas de las partículas que, junto con la aplicación de modelos de simulación de su dispersión, permiten confirmar el origen y la secuencia del suceso, así como estimar la actividad que estuvo comprometida en el mismo (término fuente).

  Como resumen:

  - En los programas de vigilancia realizados entre el 9 de abril y el 4 de diciembre se han recogido partículas en un total de 1314 puntos: 1198 en el interior del doble vallado de la central, 106 en el exterior del doble vallado dentro del emplazamiento de la central, 5 en

camiones y máquina barredora, y 5 en el talud de la orilla izquierda del río Ebro, con una actividad total de 409 MBq referidos a 26 de noviembre de 2007.

- La actividad total recogida en las operaciones de limpieza del sistema de ventilación, referida al día 26 de noviembre de 2007, fue de 37,56 GBq.

- Los isótopos radiactivos encontrados en las partículas son en su gran mayoría isótopos habitualmente presentes en partículas activadas en el sistema primario, lo cual confirma el origen del suceso.

- El conocimiento suficiente del término fuente (la actividad estimada en el líquido de la aspiradora era 125 GBq), de la actividad total emitida, de las características de las partículas y su distribución en el medio, así como los resultados de los controles radiológicos personales efectuados permiten asegurar, con un alto nivel de confianza, la ausencia de impacto radiológico real significativo en las personas (trabajadores y público).

  Si bien la probabilidad de que se haya producido una exposición real de las personas ha sido remota, los riesgos potenciales que ha implicado el suceso tienen una consideración diferente. En este sentido, los resultados de las estimaciones realizadas postulando hipótesis y escenarios teóricos de baja probabilidad (como los que habitualmente se utilizan para analizar el cumplimiento de los límites de emisiones impuestos a las instalaciones en operación normal) indican que no se podría descartar la superación de la restricción operacional autorizada a la instalación para el vertido de efluentes y de algunos límites reglamentarios de dosis individuales aplicables a los miembros del público, aunque en ningún caso hubieran tenido efectos graves para la salud.

  No se han superado los límites reglamentarios aplicables a trabajadores expuestos para los escenarios de inhalación o ingestión analizados. Sin embargo, para el caso de deposición de partículas en la piel se han encontrado algunos escenarios en los que podrían haberse superado estos límites.

- El sistema de vigilancia radiológica de efluentes de la CN Ascó está diseñado, de acuerdo con la normativa aplicable y las prácticas habituales en el país de referencia de la tecnología, para la detección de la carga radiológica de dichos efluentes en circunstancias normales (emisión homogénea en forma de aerosoles), que no incluyen la emisión de partículas discretas en cantidades limitadas, como la ocurrida en este suceso.

- Se ha constatado la dificultad que tiene la gestión de sucesos con implicación de partículas radiactivas discretas, incluyendo la dificultad asociada a su detección en los procesos de control de vertidos de efluentes. Por ello, se considera imprescindible prevenir su ocurrencia y realizar su control en el interior de la zona controlada, evitando cualquier posibilidad de descarga al medio ambiente, utilizando sistemas y procedimientos adecuados. Además, se considera necesario instar a los titulares de las instalaciones a que utilicen todos los recursos disponibles para prevenir la pérdida de control de las partículas radiactivas que se pueden generar en los diferentes procesos y actividades y, en todo caso, evitar su emisión al exterior.

- Los resultados de los controles radiológicos del sistema de ventilación del edificio de combustible, tras las actuaciones de descontaminación de sus conductos y equipos afectados, indican que se ha alcanzado un grado de limpieza suficiente, que permite la operación del sistema exclusivamente por sus ramas filtradas (subsistema de emergencia). La permanencia de cierta contaminación residual en algunos puntos concretos hace necesario mantener un programa especial de vigilancia y control a medio y largo plazo.

- Por lo que se refiere a la contaminación del emplazamiento, los controles efectuados por el titular permiten concluir, con un alto grado de confianza, que se han detectado y retirado la inmensa mayoría de las partículas que se depositaron como consecuencia de la emisión asociada a este suceso, alcanzando una situación similar a la del resto de instalaciones nucleares que no han sufrido episodios de contaminación con partículas. Por lo tanto, se considera que a partir de ahora será necesario acometer un programa detallado de caracterización y normalización radiológica definitivos similar al que, a instancias del CSN, están implantando el resto de instalaciones nucleares operativas.

- Como principal resultado de las campañas de búsqueda de partículas en áreas exteriores, se puede concluir, razonablemente, que el alcance de la emisión en el exterior fue limitado y afectó al entorno próximo al emplazamiento. Las únicas 5 partículas encontradas, todas ellas en áreas cercanas a la central nuclear, dan una idea clara de la magnitud y alcance geográfico del impacto en el exterior. Aunque, lógicamente, no se debe descartar la posibilidad de otras partículas no detectadas, el número y localización de las encontradas en las campañas exhaustivas de búsqueda permite deducir con suficiente precisión un impacto radiológico en el exterior muy limitado.

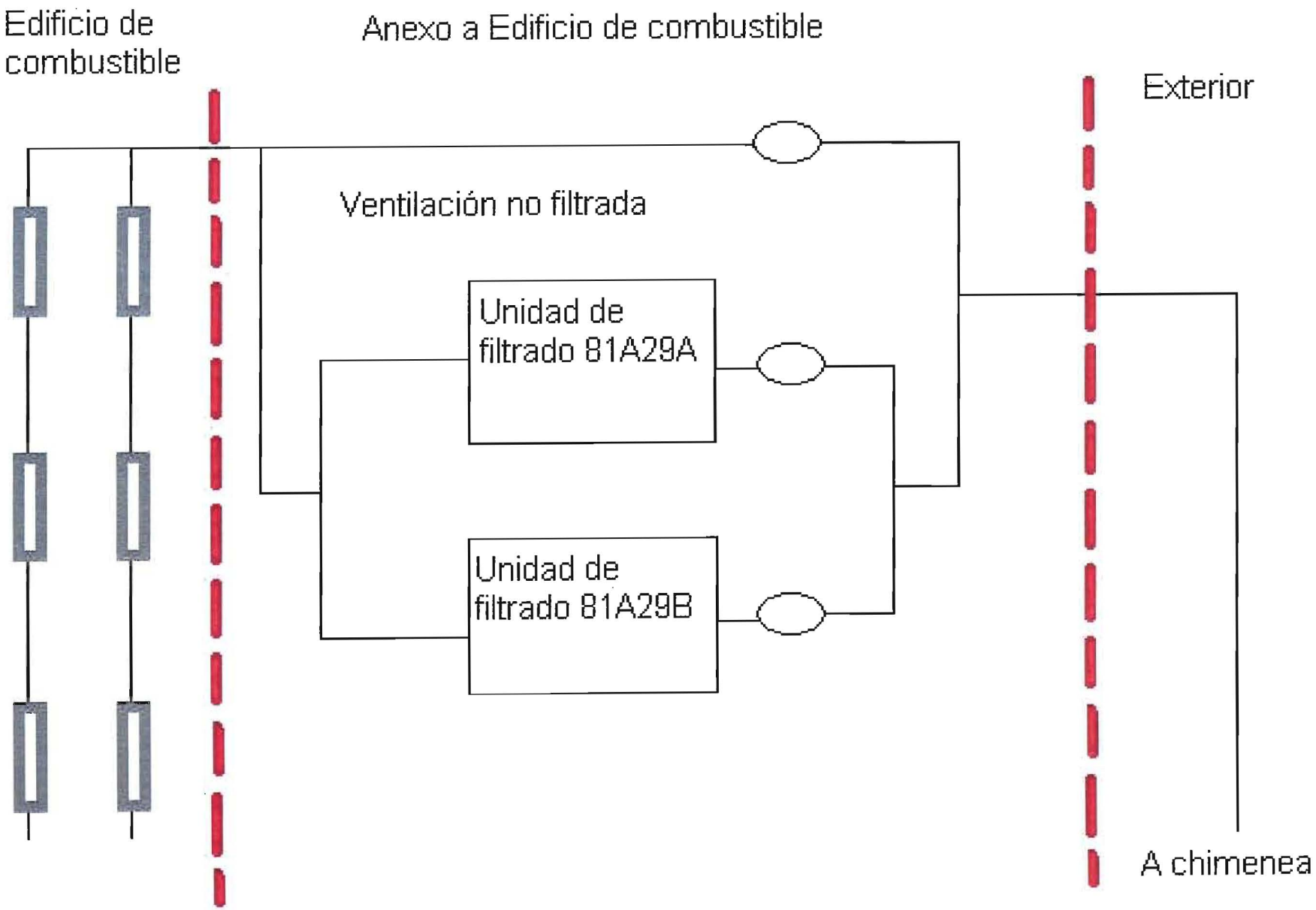
- Los sistemas habituales para la vigilancia radiológica ambiental y, dentro de ellos, los específicos del exterior de las instalaciones nucleares, compuestos por redes de estaciones automáticas y de muestreo, han demostrado que constituyen una herramienta fundamental para el seguimiento y la evaluación de sucesos con implicaciones radiológicas. En circunstancias especiales, como las que rodean al suceso de emisión de partículas radiactivas de la CN Ascó, estos sistemas deben complementarse con campañas de vigilancia radiológica específicas.

El suceso de emisión de partículas radiactivas en la unidad I de la central nuclear de Ascó ha supuesto un reto muy importante para el CSN en lo que se refiere a la evaluación y control de sus aspectos radiológicos. Ha sido necesario desplegar un amplio dispositivo de respuesta, que, además de las habituales actividades de supervisión y control de las actuaciones del titular de la central, ha incluido actividades directas para la estimación del impacto radiológico en las personas y en el medio ambiente, tales como la vigilancia radiológica especial en áreas exteriores de la instalación y los controles de contaminación interna de las personas, así como la utilización de modelos dosimétricos y de dispersión atmosférica.

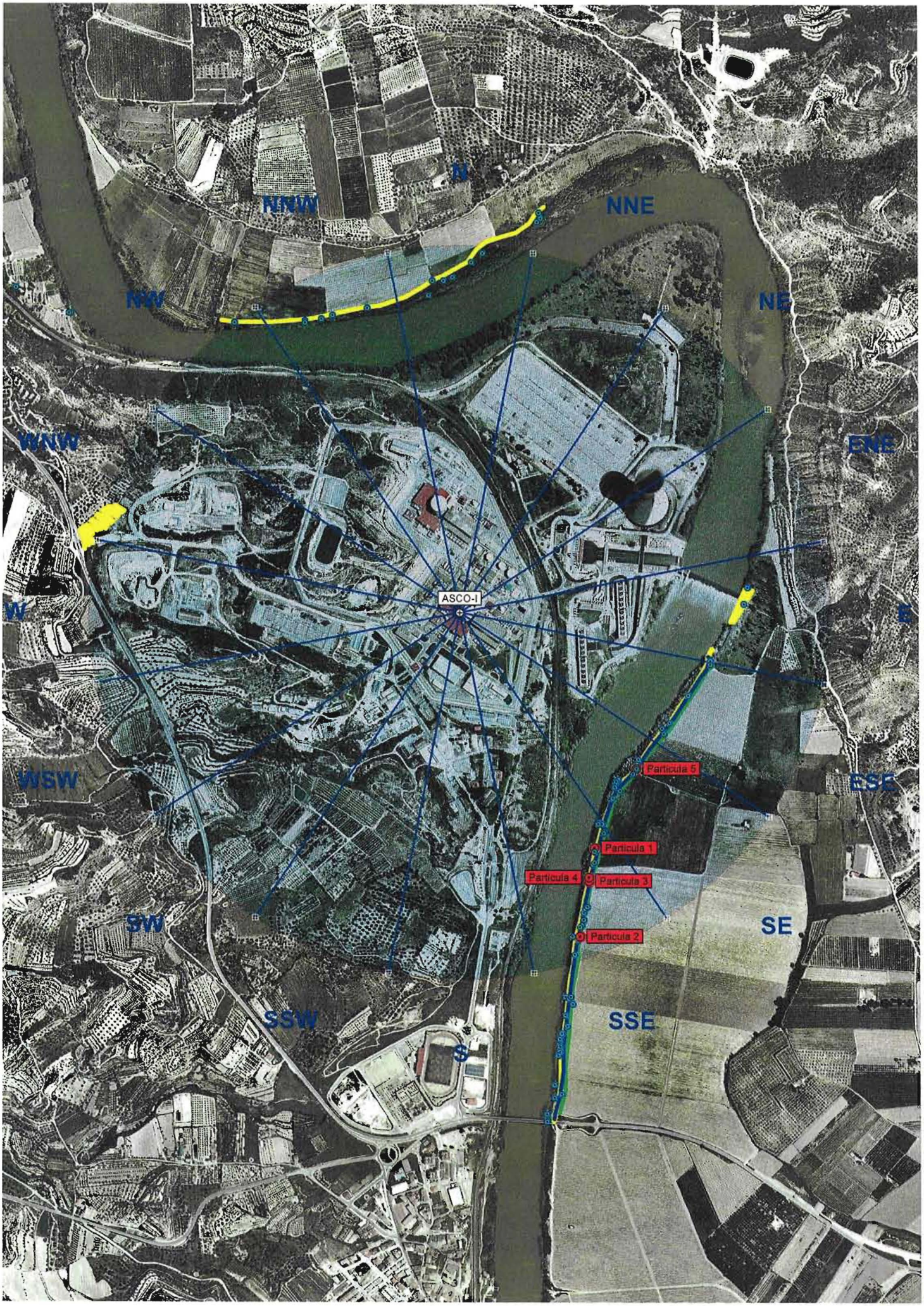
Son de destacar también las actuaciones informativas que ha sido necesario acometer para comunicar los resultados de los diferentes procesos puestos en marcha a las autoridades y al conjunto de la sociedad, especialmente en el entorno de la instalación.

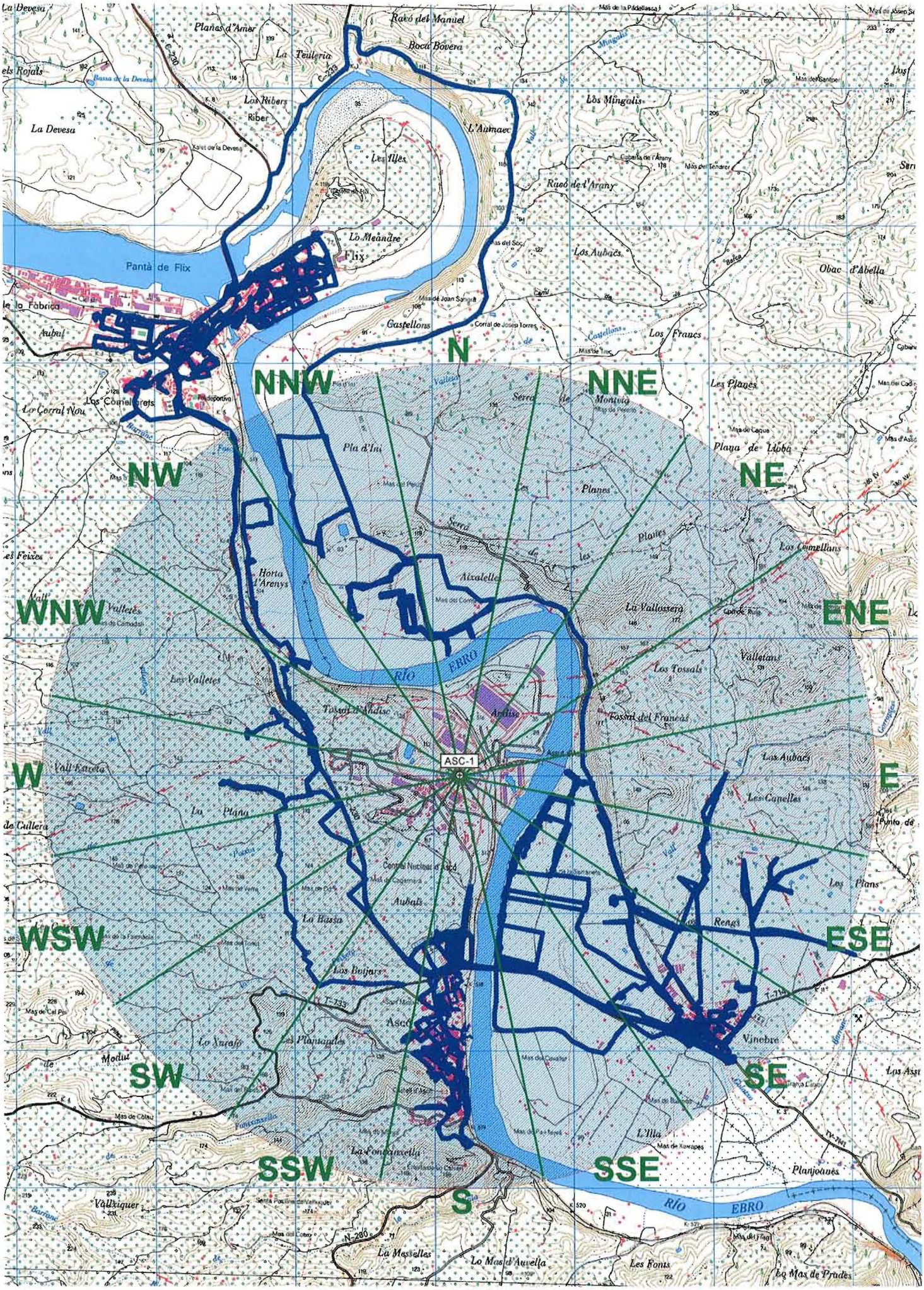
Para abordar con éxito las medidas de control radiológico mencionadas, ha sido necesaria una dedicación importante de recursos del CSN, que además ha contado con el apoyo de entidades especializadas en diversos ámbitos de la protección radiológica, como el CIEMAT, Enresa y dos Unidades Técnicas de Protección Radiológica. En general, se puede decir que el sistema nacional de protección radiológica y sus infraestructuras asociadas han demostrado un alto nivel de competencia y preparación, gracias al cual ha sido posible desplegar con éxito el dispositivo de respuesta diseñado por el CSN. Este resultado fue avalado por el equipo de expertos que la Comisión Europea envió, en el marco del artículo 35 del tratado de Euratom, para verificar las actuaciones que se estaban acometiendo en relación con el suceso y, más particularmente, con sus posibles consecuencias radiológicas para las personas y el medio ambiente.

ANEXO I


Edificio de combustible
Anexo a Edificio de combustible
Exterior
Ventilación no filtrada
Unidad de filtrado 81A29A
Unidad de filtrado 81A29B
A chimenea

ANEXO II


N
NNW
NNE
NW
NE
WNW
ENE
W
E
ASCO-I
WSW
ESE
Particula 5
Particula 1
Particula 4
Particula 3
SW
SE
Particula 2
SSW
SSE
S


N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
ASC-1
RÍO EBRO
Pantà de Flix
Flix
Ascó
Vinebre
Central Nuclear d'Ascó
Planjoanes
Vallxiquer
Los Fonts
Lo Mas de Prades
Lo Mas d'Aurella
La Masellas
La Fontanxella
L'Illa
Los Botjars
La Plana
Les Valleies
Horta d'Arenys
Pla d'Ini
Serra de Montsià
Planes
Aixalelles
La Vallossera
Los Tossals
Tossal del Francès
Los Aubacs
Los Canellas
Los Plans
Los Francs
Gastellons
Los Mingalis
L'Aumaec
Les Illes
Lo Meàndre
Raió d'Arany
Raió del Manuel
Boca Bovera
Planas d'Amar
La Teulería
Los Ribers
La Devesa
Obac d'Abella
Plana de Llobs
Los Comellans
Valletans
Los Rengs
Punta de