



CONTROL RADIOLÓGICO EN CN ASCÓ RADIOLOGICAL MONITORING AT THE ASCÓ NPP



JUAN CASANOVA CASTELLÓ

Responsable del Área de Instrumentación del Servicio de Protección Radiológica.

Head of the instrumentation area of the Radiological Protection Department.

JOSEP BAIGES GAVALDÀ

Técnico Experto en Protección Radiológica.

Technical Expert in Radiological Protection.

MANUEL LIZONDO BLESÀ

Jefe del Servicio de Protección Radiológica.
Licenciado en Ciencias Físicas.

*Head of Radiological Protection Department.
Degree in Physical Sciences.*

MANEL TARRÉS LAGUNAS

Soporte Técnico del Servicio de Protección Radiológica.
Licenciado en Ciencias Físicas.

*Technical support role in the Radiological Protection Department.
Degree in Physical Sciences.*

EVOLUCIÓN DEL CONTROL RADIOLÓGICO EN EL EMPLAZAMIENTO DE C.N. ASCÓ A LO LARGO DEL PERIODO 1985 - 2010

En la operación de la central nuclear de Ascó durante sus 25 años de explotación comercial, ha participado muy activamente el Servicio de Protección Radiológica (SPR), cuya principal misión es la minimización de los riesgos radiológicos asociados a este tipo de industria, tanto sobre las personas como sobre el entorno. Equipos formados por monitores de planta, instrumentistas, técnicos de dosimetría y operadores de residuos, junto con sus responsables y jefatura, conforman este servicio.

La instantánea típica en 1985 de un monitor del SPR en sus rondas diarias por zona controlada era la de un trabajador profesionalmente expuesto equipado con un dosímetro de lectura directa tipo "Stylodosímetro" (dosimetría operacional) y con un dosímetro termoluminiscente "TLD" (dosimetría oficial) que, en su actividad diaria de control de niveles de radiación y contaminación en la planta, se apoyaba en cuatro equipos portátiles: radiómetro Geiger-Muller tipo pértiga, cámara de ionización, radiómetro de neutrones con bola moderadora y detector proporcional para medida de contaminación superficial (figuras 1 y 2).

Dotado además de discos de papel poroso para tomar frotis de muestras superficiales, y de muestreadores portátiles para toma de muestras ambientales, el monitor de PR de los años iniciales estaba permanentemente realizando medidas durante sus rondas diarias por la planta, y durante sus seguimientos de trabajos por toda la zona controlada, reportando sus resultados en hojas de papel. En esa primera etapa, los responsables del Servicio de Protección Radiológica tenían la necesidad de recabar un número suficiente de datos, tanto en condiciones estables como cambiantes, con el fin de conocer y comprender el comportamiento radiológico de la planta. La posterior gestión de estos datos era muy laboriosa y manual, y se aplicaban tanto para conocer el estado radiológico de la planta, su evolución y tendencias, como para aplicarlos en los permisos de trabajo con radiaciones, que se confeccionaban también de forma manual.

Igual metodología existía para los controles de salida de materiales y residuos de zona controlada: radiómetros GM y detectores proporcionales portátiles eran las herramientas disponibles para la liberación o no de estos materiales, ajustándose esta liberación a los valores límite indicados en el Reglamento de Protección Sanitaria Contra Radiaciones Ionizantes,

HISTORY OF RADIOLOGICAL MONITORING AT THE ASCÓ NPP SITE FROM 1985 TO 2010

During the 25 years of commercial operation of the Ascó NPP, the Radiological Protection Department has played a very active role. Its mission is to minimise the radiological risks associated with this type of industry to both people and the environment. The department has teams made up of plant monitors, instrumentation technicians, dosimetry technicians and waste operators, together with supervisors and managers.

In 1985, a typical snapshot would be a Radiological Protection Department monitor on daily rounds of the controlled area. This professionally exposed worker was equipped with a direct-reading stylo-dosimeter (operational dosimeter) and a thermoluminescent dosimeter (official dosimeter), which were used in daily monitoring of contamination and radiation levels in the plant and supported by four pieces of portable equipment: Geiger-Muller tube radiometer, ionisation chamber, neutron radiometer with spherical moderator and proportional counter detector to measure surface contamination (figures 1&2).

In the early years, the radiological protection monitor also had porous paper disks to take smears of surface samples, and portable samplers to take environmental samples. The monitor was continuously taking measurements during daily rounds of the plant, as well as monitoring jobs throughout the controlled area, and reporting the results on sheets of paper. During this initial stage, those in charge of the Radiological Protection Department had to gather sufficient data, under both stable and changing conditions, in order to learn and understand the radiological behaviour of the plant. Management of these data afterwards was manual and time-consuming. The data were used to determine the radiological status of the plant, and changes and trends in this status, as well as in the manual generation of radiological work permits.

The same methodology was used to control outgoing materials and waste from the controlled area. Geiger-Muller radiometers and proportional counter detectors were used to decide whether these materials should be released or not, in accordance with the threshold values in the Regulation for Health Protection Against Ionising Radiation, the Radiological Protection Manual and the department's operating procedures. Protective clothing included ordinary cotton coveralls, Tyvek disposable coveralls for occasional use, and PVC coveralls for very humid areas.

The personal contamination control at the exit of the controlled area of each of the units of the Ascó Nuclear Power Plant was performed in two measurement stages: an initial stage to measure footwear and gloves in a "hand-and-foot" proportional counter detector and a final stage in a 2π geometry proportional counter detector archway.

In those early years, radiological checks of protective clothing were performed manually before treatment in the different laundries of the facility, and after washing and decontamination processes, as necessary. Portable gas proportional counters were used for these checks.

Over the last 25 years, many of these tools and techniques have been modernised. The stylo-dosimeter has been replaced by new semiconductor-based electronic dosimeters as the operational dosimeter. These have many safety functions, the most outstanding being the different alarms for dose rate and accumulated dose (figure 3).

Teledosimetry has proven to be a very valuable tool for real-time monitoring of individual dose rates in high-risk work. It enables remote monitoring of the change in

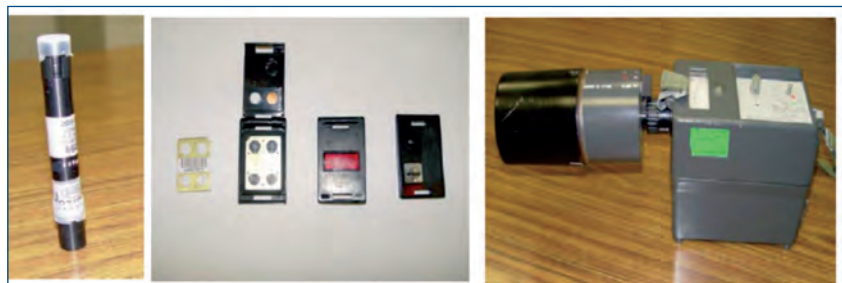


Figura 1: 1985 - Stylodosímetro, dosímetro TLD, y cámara de ionización.
Figure 1: 1985 - Stylo-dosimeter, thermoluminescent dosimeter and ionisation chamber.

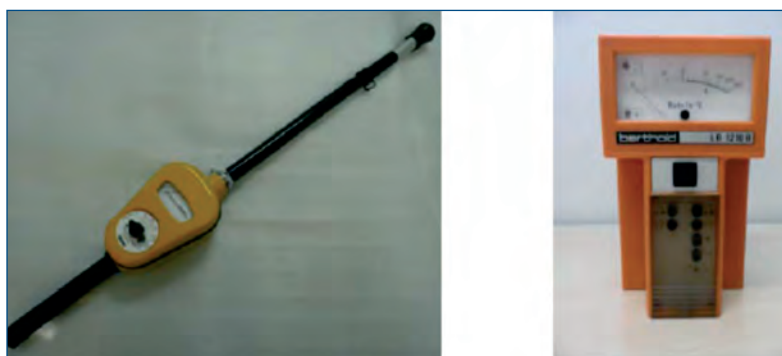


Figura 2: 1985 - Radiómetro G-M tipo "pértiga", y detector de contaminación.
Figure 2: 1985: Geiger-Muller tube radiometer, and contamination detector.

en el Manual de Protección Radiológica, y en los procedimientos operativos del servicio. Como vestuario de protección se utilizaban los típicos trajes de algodón, ocasionalmente trajes desechables tipo Tyvek, y para ambientes muy húmedos, trajes de PVC.

El control de contaminación personal a la salida de zona controlada de cada una de las unidades de CN Ascó se realizaba mediante dos etapas de medida: una etapa previa consistente en medirse calzado y guantes en un detector proporcional tipo “pies y manos”, y una etapa final mediante un detector proporcional tipo pórtico, geometría 27.

En aquellos primeros años, el chequeo radiológico del vestuario, tanto antes de ser tratado en las diferentes lavandería de la instalación, como posteriormente tras sus procesos de lavado y descontaminación en su caso, se realizaba manualmente mediante equipos portátiles tipo proporcionales de gas.

A lo largo de estos veinticinco años se han modernizado muchos de estos equipos y técnicas, de forma que en dosimetría operacional se ha sustituido el Stylodosímetro por nuevos dosímetros electrónicos, basados en semiconductores, que incorporan muchas funciones de seguridad, entre las que destacan las diferentes alarmas por tasa de dosis y dosis acumulada (figura 3).

Una herramienta muy valiosa para el seguimiento en tiempo real de dosis individuales en trabajos de alto riesgo ha demostrado ser la teledosimetría. Permite seguir desde un puesto de control alejado de la zona de trabajo, la evolución de las dosis de cada uno de los integrantes de estos equipos de trabajo, lo que complementado con sistemas de comunicación, permite dar las instrucciones oportunas en cada momento, a un a pesar de situaciones cambiantes de los niveles de radiación (figura 4).

La dosimetría TLD mantiene el mismo sistema desde el origen.

Respecto a las medidas de niveles de radiación, si bien el radiómetro GM tipo pértiga y el detector de contaminación tipo proporcional de gas sigue siendo muy utilizado, actualmente se usan además detectores de yoduro de sodio, de centelleo plástico, cámaras de ionización beta y detectores de neutrones más fiables y manejables (figuras 5 y 6):

Algunos modelos permiten la memorización de las lecturas y la posterior descarga a un ordenador con el fin de ser tratadas por programas específicos de análisis espectrométrico.

El desarrollo de los microprocesadores y de la informática en general en estos veinticinco años ha permitido que el SPR disponga de valiosas herramientas que facilitan la interpretación y posterior uso de las mediciones realizadas.

Actualmente las medidas de niveles de radiación y de contaminación de áreas, sistemas y componentes, se descargan dentro de una aplicación (AIPRO) que mantiene constantemente actualizado en estado radiológico de la planta, facilita la evaluación de tendencias y se comunica directamente con la aplicación que gestiona los Permisos de Trabajo con Radiaciones (PTR), de forma que los trabajadores disponen en todo momento de información actualizada de las condiciones radiológicas del área en la que están actuando, y de su dosis acumulada. Estas técnicas, la enorme base de datos radiológicos disponibles y el análisis de tendencias han permitido modificar la frecuencia de las medidas y así, por ejemplo, reducir significativamente el número de rondas diarias en zona controlada, principalmente en el Edificio de Contención, cumpliendo de esta forma los criterios ALARA y las recomendaciones INPO, sin perder por ello información relevante de cara al análisis del estado radiológico de la planta ni de cara a las medidas de seguridad a adoptar con los trabajadores y reflejadas en los PTR y en las reuniones previas a los trabajos (pre-job briefings). Como contrapartida, y a través del análisis informático de los datos radiológicos, en los últimos años se han incrementado notoriamente los controles en aquellas áreas que reportan mayor riesgo de provocar contaminaciones, aumentando significativamente el control radiológico sobre las diferentes zonas de paso.



Figura 3: 2010 - Dosimetría Operacional Electrónica.
Figure 3: 2010 - Electronic Operational Dosimeter.



Figura 4: 2010 - Teledosimetría. / Figure 4: 2010 - Teledosimetry.

dose of each member of a work team from a control point removed from the work area. Moreover, it can be used in conjunction with communication systems to give appropriate instructions at any moment, even in situations of changing radiological levels (figure 4).

Thermoluminescent dosimetry has remained unchanged since the beginning.

To measure radiation levels, we still commonly use the GM-tube radiometer and the gas proportional counter contamination detector, but also use newer sodium-iodide detectors, plastic scintillation detectors, beta-ionisation chambers and neutron detectors, which are more reliable and easier to manage (figures 5 & 6):

Some models are equipped with memory to store readings that can then be uploaded to a computer for processing in specialised spectrometry analysis programs.

The development of microchips and computers in general over the last 25 years has enabled the Radiological Protection Department to be equipped with many valuable tools to interpret measurements and apply them.

Currently, the measurements of radiation and contamination levels of the areas, systems and components are downloaded into the AIPRO software, which keeps the radiological status of the plant constantly up to date, facilitates trending and communicates directly with the application that manages the radiological work permits, so that workers have all the updated information about the radiological conditions in the area where they are working and on their cumulative dose. These techniques, the huge radiological database available and the trending analyses have enabled us to change the frequency of measurements. For example, we have been able to significantly reduce the number of daily rounds in the controlled area, especially in the containment building, thus complying with the ALARA criteria and the INPO recommendations. However, we still have the appropriate information for the analysis of the radiological status of the plant and to determine the safety measures to adopt for workers and for use in the radiological work permits and pre-job briefings. In contrast, based on computer analyses of radiological data, in recent years there has been a significant



Figura 5: 2010 - Cámara beta, radiómetro de yoduro.
Figure 5: 2010 - Beta chamber, iodide radiometer.



Figura 6: 2010 - Detector de neutrones, contaminómetro.
Figure 6: 2010 - Neutron detector, contaminometer.



Figura 7: 2010 - Detectores de contaminación en suelos, de gran superficie.
Figure 7: 2010 - Large-area ground contamination detectors.

Para el control de suelos, se utilizan actualmente unos modernos detectores de centelleo con cristales plásticos de gran superficie: se dispone de un modelo con una superficie total de 2,500 cm² y otro dotado de un cristal de 600 cm² para la detección de contaminación beta (figura 7).

La vigilancia radiológica de las zonas radiológicas de edificios se complementa con un extenso programa de control radiológico en áreas exteriores y en edificios no radiológicos. Desde 2008 se han ampliado notablemente estos controles, tanto en frecuencia como en alcance, recursos humanos y técnicos. El Servicio de Protección Radiológica de la central nuclear de Ascó ha creado un equipo de monitores específico para el control periódico de áreas exteriores, dotado de nueva instrumentación específica. La metodología asociada a esta actividad difiere de la vigilancia radiológica de zona controlada al tener que detectar alteraciones radiológicas sobre fondos ambientales muy bajos, así como concentraciones de actividad muy bajas, con la finalidad de descubrir eventuales partículas radiactivas que hubieran podido escapar de los edificios radiológicos por emisión de efluentes gaseosos o mediante transporte de personas y materiales, así como la detección de zonas contaminadas por fugas o incidentes. Las áreas que se controlan incluyen terrazas de todos los edificios, todos viales y aceras del interior del doble vallado de seguridad, elementos de aspiración y extracción de aire de los edificios, áreas ajardinadas, arquetas de pluviales, trincheras de tuberías activas, talleres y almacenes, y zonas de carga. En algunos casos, estos controles tienen frecuencia semanal.

También, se ha incorporado la toma de muestras continua de tritio y carbono atmosférico en zona controlada, mientras que el sistema de monitorización en continuo de áreas y procesos fue modernizado en 2002, lo que permitió ampliar el rango de medida de los monitores de vigilancia de la radiación hacia valores correspondientes al fondo radiológico ambiental. Actualmente, continúan implantándose mejoras de este sistema (figura 8).

El confinamiento de la contaminación radiactiva se asegura con la apropiada delimitación de áreas, mediante zonas de paso y zonas de acopio.

increase in controls in those areas at greater risk of causing contamination, with substantial increases of radiological control in the different transition areas.

For the control of ground surfaces, we currently use modern scintillation detectors with large plastic windows: there is one model with a total area of 2,500 cm² and another with a 600 cm² window for detecting beta contamination (figure 7).

In addition to the radiological surveillance of the radiological areas of the buildings, there is an extensive radiological control programme for outdoor areas and non-radiological buildings. Since 2008, these controls have been greatly enhanced in terms of frequency and scope, as well as human and technical resources. The Radiological Protection Department of the Ascó Nuclear Power Plant has created a team of monitors specifically for periodic control of outdoor areas, using new specialised instruments. The methodology used in this work differs from radiological surveillance in the controlled area because it must detect changes in radiation against very low environmental background levels, as well as very low concentrations of activity. The aim is to discover any radioactive particles that may have escaped from the radiological buildings by emission in effluent gases or transport of humans or materials, as well as to detect any areas contaminated by leaks or incidents. The areas monitored include the rooftops of all buildings; all roadways and footpaths inside the double security fence; building air-blowing and extraction systems; landscaped areas; storm drains; active pipe trenches; workshops and warehouses; and loading zones. In some cases, these controls take place on a weekly basis.

The continuous sampling of atmospheric tritium and carbon in the controlled area has also been incorporated into the controls. The continuous monitoring system of areas and processes was modernised in 2002, allowing the range of measurement of the radiological surveillance monitors to be broadened toward values corresponding to the environmental background radiation. New improvements to this system are currently being implemented (figure 8).

Confinement of radioactive contamination is ensured through the appropriate delimitation of areas, with transition areas and storage areas. In the first of these, a barrier is established at which workers must add to their protective gear to go through. In the second, certain areas of the plant with suitable protection are identified for the storage of materials and tools. Over the years, a huge effort has been made to systematise the storage areas and raise awareness among plant workers of the obligation to use and maintain them correctly. Recently, a review of all of these areas has been carried out to ensure they comply with requirements associated with non-radiological risks, such as chemical risks, earthquake risks, and so on. Both of these types of areas are at risk of surface contamination and separated from the rest of the controlled area. Correct signposting, periodic controls and daily maintenance of these areas enhance effectiveness. During this time, regulated stay controlled areas have been introduced and areas classification has been changed to better reflect the real risk rather than the potential risk.

Control of materials has been strengthened to prevent any contamination whatsoever from leaving the controlled area, which would involve a degradation of the barriers available to prevent this dispersion, with scintillation detectors. Tools and small materials are checked using shielded chambers fitted with large-area scintillation detectors, called whole contamination monitors, whereas large elements are controlled with portable instruments. If necessary, constituent parts are disassembled in order to access the largest possible area for control. Recently,

En las primeras, se establece una barrera en la que los trabajadores deben incrementar su vestuario de protección para franquearla. En el segundo caso, se identifican determinadas zonas en planta para el acopio de materiales y herramientas adecuadamente protegidas. En estos años, se ha realizado un gran esfuerzo para sistematizar las zonas de acopio y concienciar al resto de trabajadores de la planta la obligación de usarlas y mantenerlas correctamente. Recientemente, se ha realizado una revisión de todas estas zonas para adaptarlas al cumplimiento de requisitos asociados a riesgos no radiológicos, como riesgos químicos, sísmicos, etc. Ambos casos definen áreas con riesgo de contaminación superficial que están separadas del resto de zona controlada. La señalización correcta, los controles periódicos y el mantenimiento diario de estas áreas contribuyen a la efectividad de sus fines. Durante este tiempo, se han introducido las zonas controladas de permanencia reglamentada, que antes no existían, y se ha tendido a clasificar las zonas más por su riesgo real que el potencial.

El control de materiales se ha potenciado con el fin de prevenir cualquier salida de contaminación desde zona controlada, que supondría una degradación de las barreras disponibles para evitar esta dispersión, con detectores de centelleo. Las herramientas y pequeños materiales se chequean mediante cámaras blindadas (WCM, *Whole Contamination Monitor*) dotadas de detectores de centelleo de área grande, mientras que los elementos grandes se controlan con instrumentos portátiles. Si es preciso, se desmontan sus partes constituyentes con el fin de acceder a la mayor extensión posible para su control. Recientemente, se ha introducido un sistema de espectrometría gamma (ISOCs, *In Situ Object Counting System*) basado en un detector portátil de germanio y un programa informático de análisis y modelización de geometrías complejas. Todavía no se ha desplegado la totalidad de posibilidades que ofrece este sistema, aunque se está desarrollando su aplicación en los procesos de desclasificación de residuos (figura 9).

Cabe destacar, también, la introducción de una etapa de control radiológico de la ropa recién lavada mediante detectores de contaminación beta de gran superficie, constituidos por contadores proporcionales. La sistemática de lavado de ropa utilizada en zona controlada ha cambiado significativamente con los años, de manera que se ha conseguido independizar una lavandería caliente específica para vestuario contaminado y otro centro destinado únicamente a vestuario que ha superado los controles de contaminación personal a la salida de zona controlada (figura 10).

El control de contaminación a los trabajadores a la salida de zona controlada se ha realizado siempre con pórticos de cuerpo entero dotados de contadores proporcionales con flujo continuo de gas para la detección de contaminación beta y gamma de bajas energías. Estos equipos se han ido mejorando con más canales de medida, geometría optimizada, sustracción del fondo y procesamiento de datos. Actualmente, la salida de zona controlada en CN Ascó dispone de tres etapas de pórticos, que optimizan el control puesto que realizan un análisis más completo: Una primera etapa con detectores proporcionales pórtico, geometría 2π . Una segunda etapa con detectores proporcionales pórtico, geometría 4π . Finalmente una tercera etapa de pórticos con centelleadores plásticos específicos para la detección de radiación gamma. En las tres etapas, se ha reducido el nivel de alarma a 2 Bq/cm^2 . El conjunto se complementa con unas estanterías compuestas por detectores de centelleo, donde se depositan los objetos personales y pe-



Figura 8: 2010 - Muestreadores ambientales. / Figure 8: 2010 - Environmental samplers.



Figura 9: 2010 - ISOCs y WCM. / Figure 9: 2010 - ISOCs and WCM.



Figura 10: 2010 - Control contaminación vestuario en lavanderías. / Figure 10: 2010 - Clothing contamination control in laundries.

we have introduced a gamma spectrometry system (ISOCs, in-situ object counting system) based on a portable germanium detector and a computer program to analyse and model complex geometry. All of the possible functions of this system have not yet been fully deployed, although its application in processes to declassify waste is being developed (figure 9).

A radiological control stage has been introduced for recently washed clothes using large-area beta contamination detectors, made up of proportional counters. The system for washing clothing used in the controlled area has changed significantly over the years. There is now a separate hot laundry specifically for contaminated clothing, and another centre only for clothing that has passed the personal contamination controls at the exit from the controlled area (figure 10).

Contamination control of workers leaving the controlled area has always been done with whole-body archway scanners with continuous gas flow proportional counters to detect low-energy beta and gamma contamination. These scanners have been improved with more measurement channels, optimised geometry, background subtraction and data processing. Currently, the exit from the controlled area of Ascó NPP has three stages of archway detectors, which optimise control by performing a complete analysis. The first stage has 2π geometry archway proportional counter detectors. Then there



Figura 11: 2010 - Segunda y Tercera etapa de pórticos, a la salida de zona controlada.
Figure 11: 2010: Second and third stage archways, at the exit from the controlled area.

peñas herramientas mientras se realiza el control en la etapa de pórticos 4π (figura 11).

Además, recientemente se ha implantado una nueva barrera de control radiológico a la salida del Edificio de Contención, formada por una nueva etapa de pórticos de geometría 2π , con el fin de realizar un primer cribado de contaminación sobre las personas en esta zona tan significativa de la central.

Ya fuera de zona controlada, al abandonar la zona del doble vallado de seguridad, que encierra a los dos grupos nucleares, está en Edificio de Control Accesos Interior (ECAI), donde se ha dispuesto una última barrera de detección de contaminación personal, para todas las personas que acceden a este recinto, independientemente de si han llegado a entrar en zona controlada o no, consistente en una batería de pórticos con detectores de centelleo plástico.

Se complementa este último control personal con controles de materiales y vehículos mediante detectores de gran superficie de centelleo plástico, cuyo umbral de alarma se establece en el mínimo que su propia tecnología y el fondo radiactivo de la zona (principalmente el fondo natural) permite. Todo vehículo industrial que entra o sale del emplazamiento, y todo vehículo que entre o salga del doble vallado de seguridad, pasan a través de estos detectores, lo que permite una razonable seguridad que no se mueve material contaminado fuera del emplazamiento sin que esté convenientemente controlado y regulado por el SPR.

En lo referente a la dosimetría interna, CN Ascó es autosuficiente en estos controles dosimétricos de medida directa, tanto en situación de operación de las unidades como en situación de parada por recarga de cualquiera de ellas. Para ello se dispone de dos equipos estáticos de radiactividad corporal: DIYS, y Quicky. El primero constituido por un gran cristal de yoduro de sodio, y el segundo último formado por cuatro cristales de yoduro de sodio y un conjunto de contadores proporcionales para la discriminación de la contaminación superficial. En los últimos años se han realizado actualizaciones de software para adaptar el sistema a las nuevas regulaciones y se está trabajando en mejorar las prestaciones de estos equipos para adelantarse a los futuros requerimientos normativos que se prevén para este tipo de dosimetría.

VALORACIÓN

Durante los 25 años de explotación de la central nuclear de Ascó, la protección radiológica se ha beneficiado de los avances tecnológicos en instrumentación para la detección, la evaluación y la medida de las radiaciones.

No obstante, el valor realmente importante a lo largo de este tiempo ha sido la experiencia del equipo humano que conforma el servicio, así como su motivación para el aprendizaje, la mejora continua y la eficacia.

Los principales retos conseguidos han sido el confinamiento de la contaminación, la minimización de las dosis en trabajos, la información de los trabajadores expuestos y la informatización de datos.

Los principales esfuerzos que se están dedicando actualmente dentro del SPR están encaminados a continuar, todos sus miembros, mejorando para progresar a un nivel superior en cultura de seguridad, entendiendo a la cultura de seguridad en su marco más amplio.

is a second stage with 4π geometry archway proportional counter detectors. Finally, there is a third stage of plastic scintillation archway detectors to specifically detect gamma radiation. In the three stages, the alarm level has been reduced to 2 Bq/cm². This detection system also includes shelves with scintillation detectors for holding personal objects and small tools while workers move through the 4π archway detector control (figure 11).

Recently a new radiological control barrier has been installed at the exit from the containment building. It consists of a new

stage of 2π geometry archways to perform initial contamination screening on people in this very important area of the plant.

Outside the controlled area, at the double security fence enclosing the two nuclear reactors, in the interior access control building, there is a last personal contamination detection barrier, for everyone accessing this area, regardless of whether they have entered the controlled area or not. This control is a set of plastic scintillation detection archways.

In addition to this last personal control, there are material and vehicle controls using large-area plastic scintillation detectors with the alarm threshold set to the minimum allowed by the technology and the (mostly natural) background radiation. All industrial vehicles entering or leaving the site, and all vehicles entering or leaving through the double security fence pass through these detectors. This enables us to be reasonably sure that contaminated material does not leave the site without appropriate control and regulation by the Radiological Protection Department.

Ascó NPP is self-sufficient in internal dosimetry, carrying out direct dosimetric controls when the reactors are operating as well as during refuelling outages. For this there are two static units to measure radioactivity on the body: DIYS and Quicky. The first is made up of large screens of sodium iodide and the second of four sodium iodide screens and a set of proportional counters to discriminate surface contamination. In recent years, the system software has been updated to comply with new regulations and work is now being done to improve the features of this equipment to comply with anticipated new regulations for this type of dosimetry.

ASSESSMENT

During the 25 years of operation of the Ascó nuclear power plant, radiological protection has benefited from technological advances in instrumentation to detect, assess and measure radiation.

However, what has really been important over this time is the experience of the department's team, as well as their motivation in learning, continuous improvement and effectiveness.

The main challenges we have met have been the confinement of contamination, minimisation of working doses, information of exposed workers and computerisation of data.

The main work being carried out at this time in the Radiological Protection Department aims to encouraging all team members to progress to a higher level of safety culture, where safety culture is understood in the broadest sense.