



Antonio Ramon GARCÍA GARCÍA
Jefe de Producción y Subjefe de Central

— Ingeniero de Telecomunicación (1975).

— En diciembre de 1974 ingresó en la organización de la Central Nuclear de Almaraz, dedicándose desde entonces en el emplazamiento a las siguientes actividades:

• 1975-1977. Responsable de la organización del entrenamiento de personal con licencia y actividades asociadas.

• 1977-1988. Jefe de la Sección de Garantía de Calidad Planta - Explotación. Preparación del Manual de Garantía de Calidad en Explotación, procedimientos que la desarrollan, etc.

• 1988-1989. Jefe del Área de Servicios Técnicos (A. Técnico, Informática y Protección Radiológica y Subjefe de Central).

• 1989. Jefe del Departamento de Producción y Subjefe de Central.

EXPLOTACIÓN. DATOS HISTÓRICOS ASOCIADOS

A. R. GARCÍA

ORGANIZACIÓN

La organización prevista para la explotación económica y sin riesgo de una instalación nuclear debe cubrir necesariamente el control de una serie de actividades de las que se derivan las distintas áreas de responsabilidad, similares en la mayoría de las centrales, y que conforman la organización de la misma. Las diferencias en los organigramas vienen marcadas fundamentalmente a la hora de agrupar a los responsables de las diferentes actividades en áreas y/o departamentos.

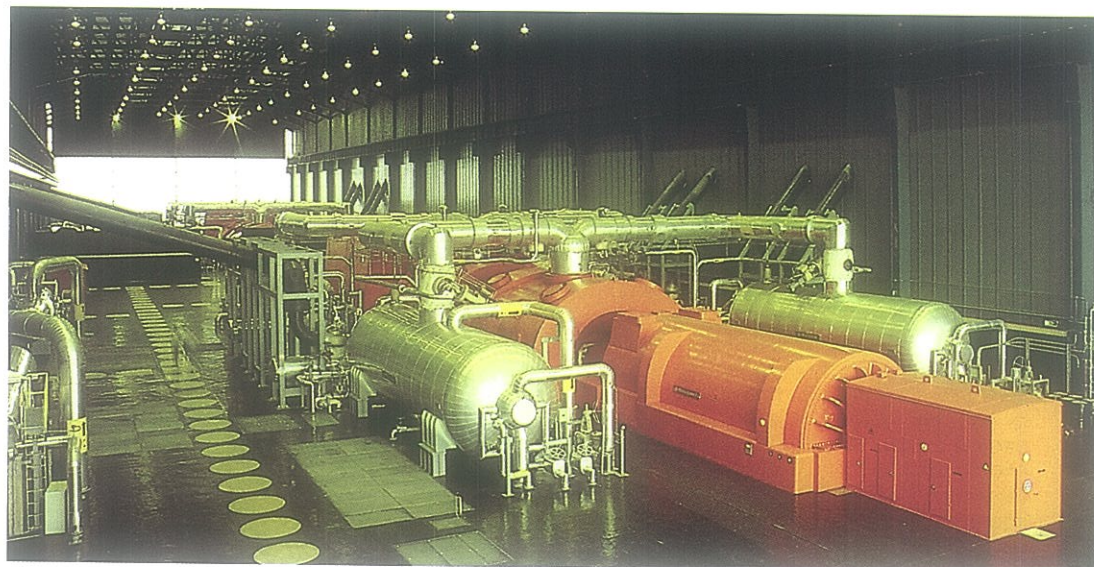
La organización en el emplazamiento de C. N. de Almaraz es la mostrada en el organigrama (FI).

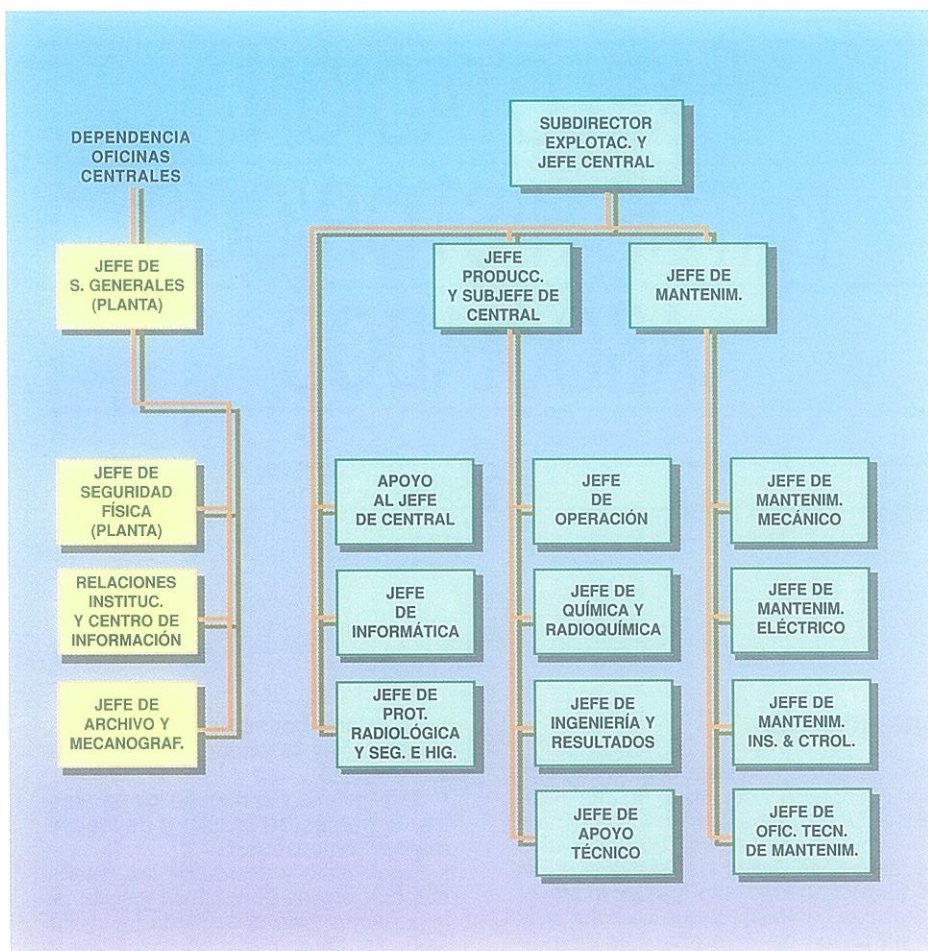
Las misiones asignadas a cada sección se desprenden directamente de la denominación de las mismas, única-

mente aclarar por no ser tan evidentes: — Ingeniería y resultados, responsable de:

- Seguimiento y control de los parámetros nucleares del reactor y de los elementos combustibles.
- Seguimiento y control de los resultados funcionales de equipos y sistemas importantes para la seguridad y operación, así como del rendimiento de la planta.
- Coordinación de la ejecución de la inspección en servicio.
- Apoyo técnico, responsable de:
 - Planificación, programación y control de las modificaciones de diseño de la plant.
 - Evaluación independiente y/o sistemática de los sucesos ocurridos durante la explotación de la central.

Edificio de turbinas.





FI - Organigrama CNA - Planta

- Análisis y acciones, si procede, en relación con la experiencia operativa.

El número de personas que actualmente integra la organización de C. N. de Almaraz es de 69 en las oficinas centrales de Madrid y 500 en el emplazamiento. Dicha organización está reforzada por diferentes empresas contratistas que cubren actividades como: limpieza, seguridad de la instalación, jardinería, apoyos, varios, etc.

Las secciones a turnos son las siguientes: operación, química y radioquímica, protección radiológica (puesto de acceso a zona controlada) y seguridad física. En total, 34 personas por turno, apoyadas por retenes de las distintas secciones.

El esquema de los turnos está basado en seis equipos, siendo el ciclo semanal de un equipo el siguiente: noche-oficina-tarde-oficina y retén-mañana-descanso. Destacar que el personal de operación de sala de control (jefe de turno, supervisor, operador reactor y operador turbina) está formado por siete equipos, ante la falta de disponibilidad de tiempo para impartir el entrenamiento adecuado.

Dentro de la sección de operación está integrada la "Oficina técnica de operación", que se encarga del control de:

- Exigencias de vigilancia.
- Ejecución y revisión de procedimientos de operación.
- Documentación asociada a descargos.
- Documentación de sala de control.
- Etcétera.

Integrado también en operación está el grupo de "Tratamiento de desechos radiactivos".

En recargas, la sección de operación realiza un seguimiento de la "seguridad en paradas", y se forma un grupo multidisciplinario para la coordinación y seguimiento de las actividades de recarga, con muy buenos resultados.

DATOS HISTÓRICOS

Una buena medida de cómo funcionan las centrales nucleares es la evolución de determinados indicadores de funcionamiento y de ciertos datos históricos de las mismas; de ahí que se haya optado por ese camino para presentar una perspectiva histórica del funcionamiento de ambas unidades de C. N. de Almaraz, cuyas fechas iniciales de criticidad y de sincronización a la red fueron:

- Unidad I Criticidad: 05-04-81 / Sincronización: 01-05-81.

- Unidad II Criticidad: 19-09-83 / Sincronización: 08-10-83

Tras cada gráfico, cuando se considere adecuado, se comentan las circunstancias más relevantes asociadas al mismo.

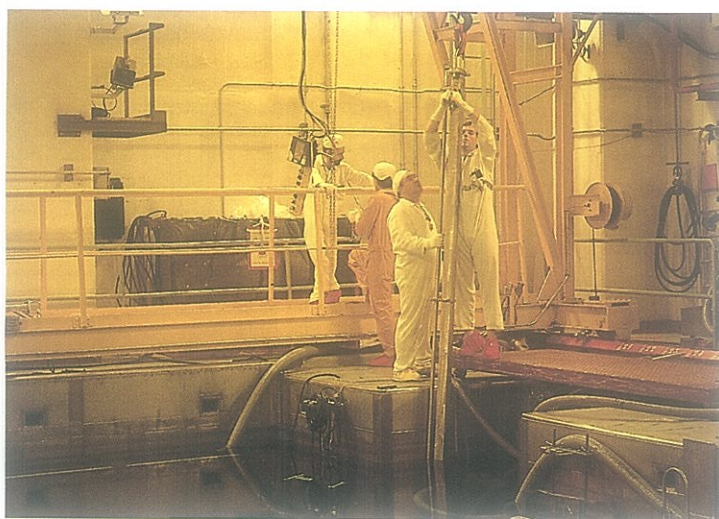
ENERGÍA ELÉCTRICA BRUTA

Al margen de las mejoras en los resultados de la producción anual directamente ligados a la reducción de disparos y paradas, como se expondrá más adelante, ésta se ha visto incrementada por la duración de los ciclos, que se ha ido modificando, como a continuación se indica, siendo más espaciados los tiempos entre recargas.

A partir de 1986 comenzaron ciclos de mayor duración y mayor quemado medio de descarga por elemento.

FII - Energía eléctrica bruta y acumulada desde el origen a 1994.





Trabajos en el edificio de combustible.

Asimismo, el rendimiento neutrónico de los ciclos se ha optimizado debido a la utilización progresiva de núcleos de bajas fugas, que actualmente han llegado a su valor de equilibrio (FIII). A partir del ciclo quinto (Unidad I) y tercero (Unidad II) se ha pasado de ciclos de = 220 DP-PE a ciclos de 450 DPPE, estando previsto tras el cambio de los GV's de ambas unidades ir a ciclos de 490 DPPE.

FACTOR DE CARGA

Los bajos factores de carga de la Unidad I durante 1981/82 y 83 se debieron a las diferentes paradas que hubo que hacer durante el primer ciclo de operación para inspección de los tubos de los generadores de vapor, ante el problema de Freeting originado en las

primeras filas de tubos del precalentador de agua de alimentación en el modelo D-3 de los GV's de Westinghouse.

En Unidad II ya se había llevado a cabo la modificación de diseño correspondiente antes del arranque inicial. Es de destacar el factor de carga de la Unidad II en 1993 (98,66 %), dado que no hubo recarga ni disparo alguno en todo el año, permaneciendo la Unidad acoplada a la red de forma ininterrumpida durante 468 días. Dada la influencia que las paradas de recarga en sí mismas y en cuanto a su duración tienen en el factor de carga

T I PARADAS NO PROGRAMADAS MAS SIGNIFICATIVAS, DEBIDO A SU DURACIÓN

UNIDAD	FECHA	DURACION (DIAS)	CAUSA
1	20-09-82	5,8	Disparo de reactor por alta variación negativa de flujo neutrónico por caída barra K-14 por fuga tapón venteo barra K-10
1	04-12-82	7	Disparo de reactor por disparo RCP-1, por actuación relé protección tierra 50G. Activación detección partes sueltas.
2	17-11-83	9,4	Parada no programada por problemas de temperatura en ranura 4B del alternador.
1	02-12-83	10,8	Parada para limpieza de sulfatos de los generadores de vapor.
1	24-05-84	5,6	Parada no programada para lavado generadores de vapor por alta conductividad.
2	11-12-84	2,75	Disparo de reactor por alta variación negativa flujo (caída banco D)
1	27-10-85	3,5	Disparo de reactor por alta velocidad variación flujo neutrónico por caída de barras.
1	22-04-86	17	Parada no programada para reparación fuga brida vasija.
1	13-07-88	37,6	Parada no programada por fisura en un tubo del generador de vapor 1.
2	04-02-89	5	Parada para reparación fuga válvula seguridad del presionador RC2-8010A.
1	29-10-89	5	Parada para reparación fuga por válvulas de seguridad del presionador.
2(*)	07-09-90	3,8	Parada para reparación fuga válvula seguridad del presionador RC2-8010A
1	24-12-93	12	Disparo de reactor por disparo de turbina +P7, originado por actuación del relé de protección de grupo 86-2/G1, al producirse un cortocircuito e incendio en la fase S del transformador principal.
1	13-11-94	2,25	Disparo de reactor por bajo caudal en un lazo +P8, originado por disparo de la RCP-1, durante la maniobra de transferencia eléctrica en la barra 1A1 en el intervalo requerido para llevar la Unidad a parada por problemas surgidos en ambos motogeneradores.
1	22-05-95	3	Parada no programada para reparación fuga tubo condensador.

(*) Parada programada. Está en curso modificación de diseño para reforzar el soportado de las líneas, mantener sello frío y evitar el problema.

anual, la FV contempla el factor de carga entre recargas (primer acoplamiento tras recarga a desacoplamiento previo a la recarga siguiente).

FACTOR DE INDISPONIBILIDAD NO PROGRAMADA

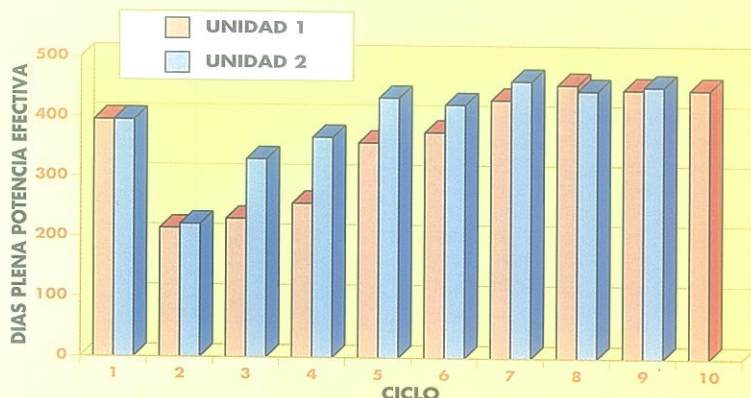
Incluye disparos, paradas no programadas y pérdida de rendimiento. 1981/82/83 están influenciados por los problemas ya mencionados en el modelo D-3, de GV de Westinghouse. La tabla I recoge las paradas más significativas, en cuanto a duración de las mismas.

DISPAROS DE AMBAS UNIDADES

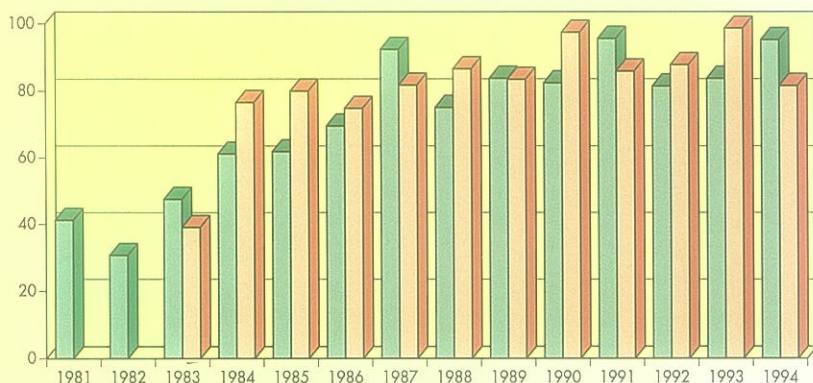
Una vez superados los primeros ciclos, donde se dan fallos infantiles de equipos, se optimiza el funcionamiento de equipos y componentes, se mejoran procedimientos, se acumula experiencia, etc., los disparos por año han ido disminuyendo considerablemente, siendo el objetivo para 1995 menor o igual a dos disparos por unidad. En dicha reducción ha influido considerablemente la implantación de un "Programa de reducción de disparos", que entre otros aspectos contempla:

- Análisis de la causa raíz e implantación de acciones correctoras.

F III - Duración diseño de los ciclos.



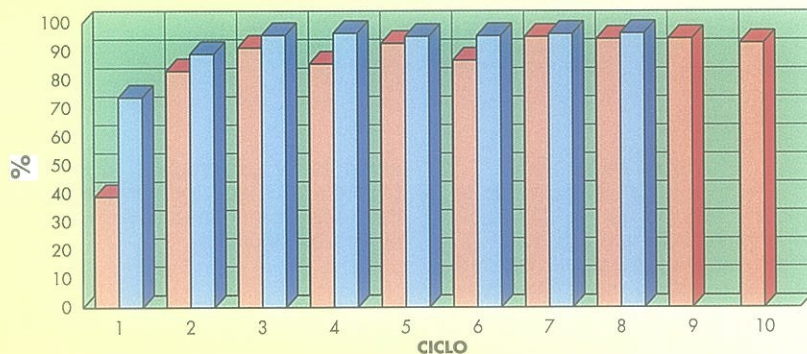
UNIDAD 1	395	214	230	256	358	376	430	456	448	448
UNIDAD 2	395	221	330	367	433	422	462	446	453	



UNIDAD I	41,28	30,74	47,6	61,24	61,94	69,63	92,37	75,15	83,81	82,44	95,6	81,49	83,75	95,23
UNIDAD II			39,13	76,63	80,02	74,87	81,78	86,61	83,47	97,44	85,9	87,8	98,66	81,61

F IV - Factor de carga anual

F V - Factor de carga entre recargas. (De primer acoplamiento para recarga)



UNIDAD I	39,12	83,34	91,51	85,86	93,03	87,11	95,33	94,56	94,72	93,19
UNIDAD II	74,09	89,31	95,86	96,55	95,42	95,63	96,36	96,55		

– Análisis de componentes, cuyo fallo único es origen de disparo.

– Factores humanos, tales como:

- Mejoras en la coordinación entre ejecutores de actividades y procedimientos y el personal de sala de control.
- Entrenamiento del personal.
- Etcétera.

– Etcétera.

La producción perdida por disparos ha sido para ambas unidades de 2.888.243 MWh, lo que representa 1,84 % de la producción acumulada.

La FVIII muestra la distribución por causas de los disparos de ambas unidades. Como puede observarse, el porcentaje mayor se ha debido a fallos de componentes y causas humanas. Tras las mejoras producidas día a día en sistemas y equipos y la implantación de las acciones derivadas del "Programa de reduc-

ción de disparos", ambos factores han disminuido considerablemente. No obstante, y a pesar del bajo índice actual de disparos por año, se está tratando de ahondar en la reducción de los disparos debidos a factores humanos, donde una vez subsanados aspectos tales como: procedimientos técnicos apropiados, coordinación adecuada, controles administrativos, entrenamiento, etc., no resulta fácil encontrar medidas adicionales que reduzcan dicho factor.

MODIFICACIONES DE DISEÑO

Desde su puesta en marcha, ambas unidades han tenido un proceso continuo de implantación de mejoras (modificaciones de diseño, cambios de equipos,

nuevos proyectos) motivadas por aspectos, tales como:

- Adaptación a las nuevas normativas y requisitos del organismo regulador.
- Propuestas de los fabricantes de equipos y del suministrador principal.
- Propuestas de la propia organización de la C. N. de Almaraz, en base a la experiencia de funcionamiento propia y ajena, mantenibilidad, etc.
- Desarrollo de nuevas tecnologías.
- Etcétera.

Consiguiendo así disponer de una planta actualizada, en lo que a sus sistemas y componentes se refiere.

Como dato de referencia, la media anual de las modificaciones de diseño (MD's) realizadas en los cuatro últimos años ha sido de 146, de las que un 60 % aproximadamente se realizan en las paradas de recarga.

Entre las MD's y proyectos más significativos, por su envergadura, cabe destacar:

- Modificaciones en la tobera de entrada de los generadores de vapor, debido a problemas en el modelo D-3 de Westinghouse.
- Construcción y montaje del polishing, sistema de tratamiento de condensado.
- Instalación del cuarto generador diésel. Inicialmente se disponía de un o por unidad y uno compartido.
- Construcción y montaje de la planta de ósmosis inversa. Mejora el proceso de producción de agua desmineralizada.
- Reracking: Ampliación de la capacidad de almacenamiento de las piscinas de combustible gastado. Inicialmente tenían una capacidad de 612 elementos por piscina y actualmente tienen una capacidad de 1.800 elementos por piscina.
- Ampliación del edificio de almacenamiento de desechos sólidos, construcción de un nuevo edificio con capacidad para 17.544 bidones.



- RVLIS: Refrigeración inadecuada del núcleo.
- SAMO: Sistema de ayuda mecanizada a la operación.
- Modificaciones derivadas del apéndice R (contra incendios).
- Modificaciones derivadas de la R.G. 1.97 cualificación ambiental del equipo eléctrico clase 1E.
- Upflow conversión en unidad I.
- Programa de sustitución de tuberías del secundario debido a erosión-corrosión.
- Sustitución de calentadores del secundario para evitar cobre.
- Reducción de amortiguadores.
- Nuevo edificio de descontaminación y talleres calientes.
- Cambio de los haces tubulares del condensador principal para aumentar el pH del agua del circuito secundario. (Realizado en Unidad I y previsto realizar en Unidad II en agosto-septiembre 1995).

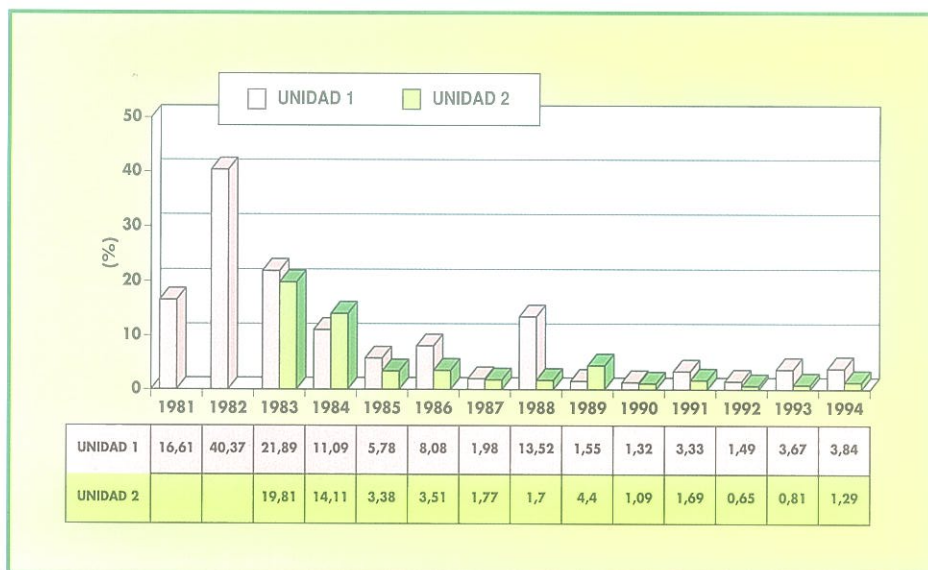
El proceso de cambios más significativos de cara al futuro viene marcado por las recargas de los años 1996 y 1997, en las que para Unidad I y Unidad II, respectivamente, está previsto el cambio de:

- Generadores de vapor.
- Turbinas de alta y baja presión (se prevé una ganancia de 50/55 MWe por Unidad).
- Bypass RTD's.
- Cabeza de la vasija.

DOSIMETRÍA DEL PERSONAL

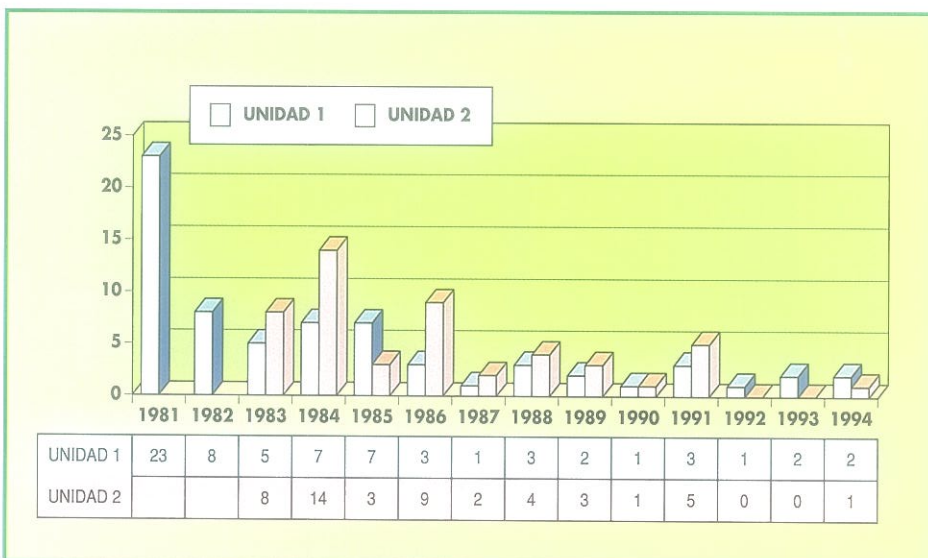
Se contemplan las dosis colectivas recibidas por el personal profesionalmente expuesto a las radiaciones, tanto plantilla como contrata, para ambas Unidades.

Para el análisis de los datos presentados debe tenerse en cuenta que:



FVI - Factor de indisponibilidad no programada.

F VII - Disparos de reactor



– En 1985 se realizaron tres paradas de recarga.

– En 1985 y 1986 se realizó el microgranallado de tubos en las Unidades I y II, respectivamente, lo que supuso un considerable aumento de la dosis colectiva.

– En 1988 hubo dos paradas de recarga y además una parada no programada en la Unidad I para inspección de tubos de los GV's.

En 1983 se puso en marcha un "Programa de reducción de dosis" (Plan ALARA), que se aplicó por primera vez en los trabajos asociados a la modificación efectuada en el modelo D-3 de GV de Westin ghouse.

Dicho programa integra el objetivo de optimización de dosis en todas las fases necesarias para la ejecución de una actividad (planificación, diseño, ejecución, etc.), y tiene como fases fundamentales las siguientes:

– Programación del trabajo (evaluación

de riesgos, técnicas de reducción de dosis, medidas de protección, etc.).

– Seguimiento de la ejecución (dosimetría en tiempo real, desviaciones, acciones correctoras, etc.).

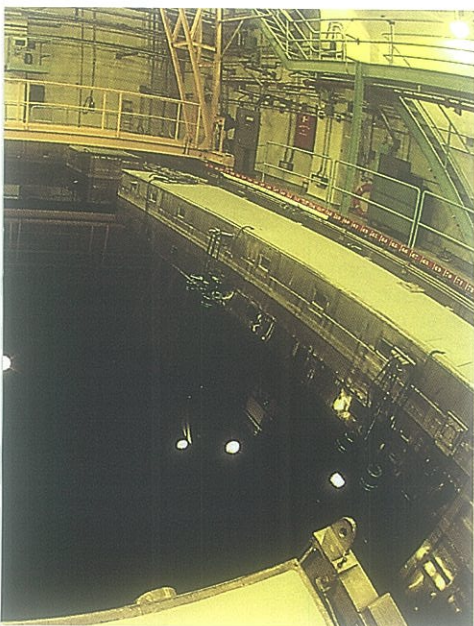
– Evaluación posterior (lecciones aprendidas, mejoras, etc.).

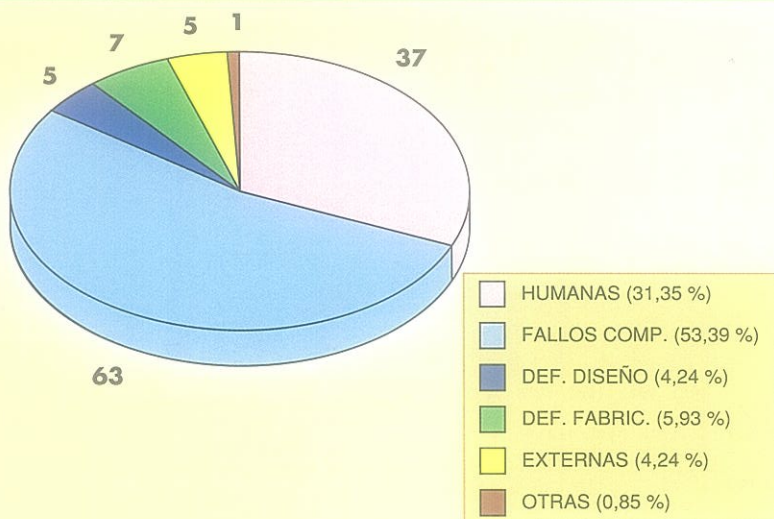
Al margen de las acciones correctoras para cada trabajo, se han derivado una serie de acciones genéricas que han contribuido a que las dosis colectivas sigan una tendencia descendente, como ejemplos:

– Reducción del término fuente (reducción de Co en las rejillas de los elementos combustibles y otros componentes, descontaminación previa en paradas, etc.).

– Reducción de los tiempos de exposiciones (robotización, mejora de equipos y herramientas, entrenamiento en maquetas).

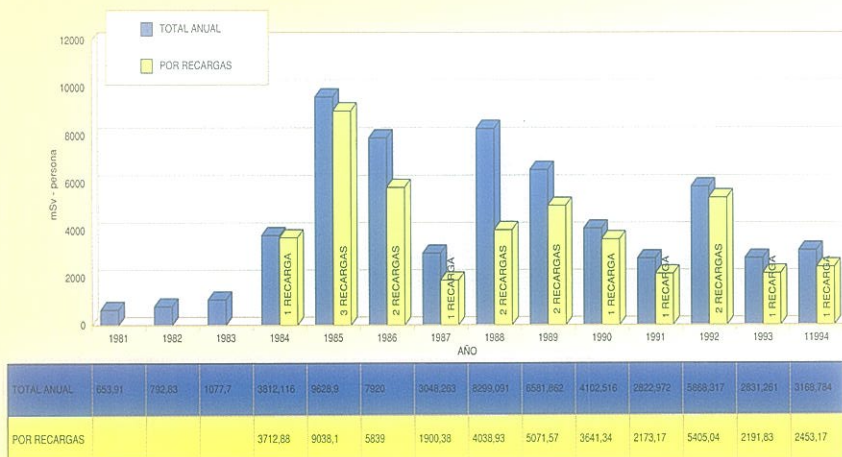
Lógicamente, ha tenido también su



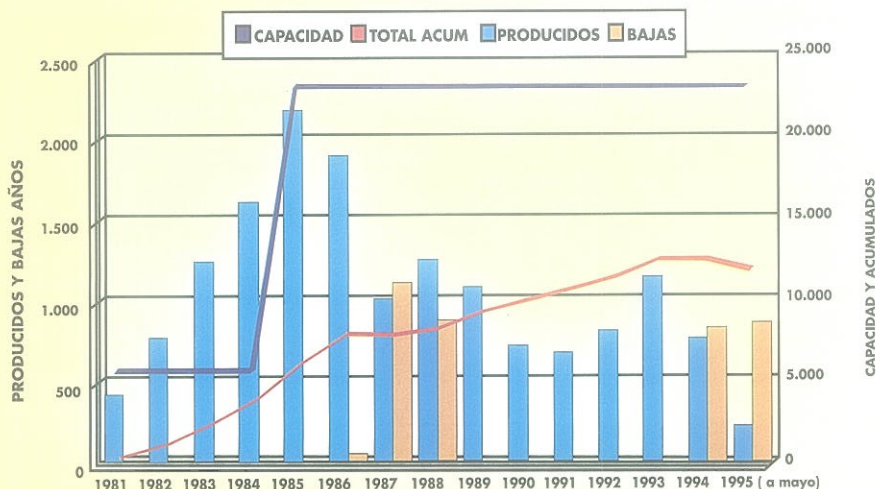


F VIII - Disparos de reactor. Distribución por causas (unidades I y II)

F IX - Dosis de exposición colectiva. Total anual y por paradas de recarga (mSv-persona)



FX - Residuos sólidos de baja y media actividad



influencia la duración de los ciclos, al ser menos frecuentes las recargas. De cara al futuro se espera que la tendencia de disminución de dosis colectiva continúe, debido, por un lado, a las modificaciones que se llevarán a cabo (cambio de los GV's, cambio de RTD's, etc.), y, por otro, a una potenciación de la organización ALARA, con una mayor participación tanto del personal de C. N. de Almaraz, como de las empresas exteriores.

RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD

Sobre dicha gráfica cabe comentar la ampliación de la capacidad de almacenamiento que se llevó a cabo entre los años 1984 y 1985 y que supuso incrementar la misma desde 6.000 bidones a 23.544 bidones.

Las bajas de bidones producidas en los años 1986, 1987 y 1988 fueron debidas al reacondicionamiento de bidones de Urea - Formaldehído (método inicial de embidonamiento). El reacondicionamiento consistió en la compactación de bidones de 220 litros, introduciéndolos en otros de 480 litros inmovilizados con cemento (método actual de embidonamiento).

En 1994 se inició la retirada del emplazamiento de bidones de baja actividad, habiéndose transportado a las instalaciones de almacenamiento de Enresa en Sierra Albarrana (El Cabril), 825 bidones en 1994 y estando previsto transportar 1.170 bidones durante 1995.

Como puede observarse en la gráfica se ha ido reduciendo, paulatinamente, la producción anual de bidones, debido a las mejoras de la gestión de residuos, consistentes fundamentalmente en:

- Creación de un equipo con dedicación exclusiva y horario a turnos de mañana y tarde. Posteriormente, debido a la experiencia operativa y a las mejoras efectuadas en los sistemas de tratamiento, este grupo ha sido reducido en número de personas y su jornada ha pasado a horario normal.

- Cambios en el proceso de tratamiento de residuos líquidos (tratamiento de concentrados del evaporador con resinas).

- Segregación de residuos consistente en la separación de líquidos radiactivos de difícil tratamiento, ya sea por su naturaleza (aceite, detergentes, etc.) o por los aditivos químicos que contienen (agua de componentes, drenajes del laboratorio químico, etc.) y optimización de su tratamiento.

- Mejoras en la disposición y utilización de equipos (debidas al cambio de Urea-Formaldehído a sistema de cemento). Actualmente se están mejorando los equipos de embidonado para optimizar el proceso.

En los años 1993 y 1994, la producción de bidones se vio incrementada por el reprocesamiento de los antiguos bastidores de las piscinas de combustible gastado.