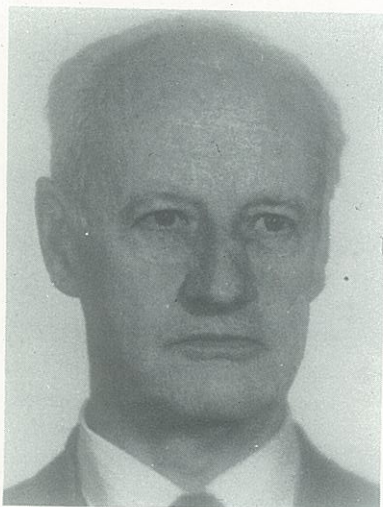


COSTE MEDIO VARIABLE DE LA ENERGIA NUCLEAR

Joaquín CERVERA



Joaquín CERVERA CERVERA es Doctor Ingeniero Industrial (1949). Ingresó en Electra de Viesgo, S. A. (1949), como Ingeniero del Departamento de Líneas y Obras, Diseño y Construcción de líneas de alta tensión y obra civil no hidráulica. Miembro del personal técnico en Madrid del English Electric Co. (1952), con estancias de aprendizaje en fábricas en el Reino Unido.

Fue Gestor, como profesional independiente, del Contrato de absorción de la energía de SALTOS DEL SIL por un grupo de cuatro empresas eléctricas y Secretario Técnico de la Comisión de Inter-cambios de Energía, continuando esta labor como Asesor de UNESA desde el 1 de enero de 1960 hasta junio de 1980.

Representante de NUCLENOR, en una Asociación de Empresas destinada a la prospección, investigación y explotación de minerales radiactivos; cursó en la JEN estudios sobre minería del uranio.

Director de NUCLENOR (1963), ingresa en IBERDUERO para hacerse cargo como Gestor del Contrato entre ENDESA y las empresas eléctricas peninsulares.

Actualmente, Delegado de IBERDUERO en Madrid, Gestor del Grupo de Empresas en el Contrato de ENDESA, Vocal de la Subcomisión Nacional de Combustibles Nucleares en representación de UNESA, Miembro de la Comisión Ejecutiva y Consejo de ENSA, Coordinador de UNESA en el G.T. de Residuos Radiactivos de ASINEL y Representante de UNESA en los G.T. de UNIPED de Seguros Nucleares y Protección Física de Instalaciones Nucleares.

Ha hecho cursos de energía térmica y nuclear en España y Estados Unidos y colaborado en múltiples trabajos del Forum Atómico Español, Instituto de Estudios Nucleares, FORATOM, UNIPED, Instituto Tecnológico para Postgraduados (ITP), etc.

Ha dado conferencias y escrito artículos y ponencias sobre diversas materias relacionadas con la explotación eléctrica y la energía nuclear.

CONSIDERACIONES PREVIAS

Las centrales nucleares tienen unas características intrínsecas que las diferencian esencialmente de las centrales térmicas convencionales y que, resumidamente, pueden señalarse como sigue:

— Están previstas y diseñadas para una explotación en la base del diagrama de la curva de carga. Esta previsión y diseño corresponden tanto a criterios técnicos como económicos.

Técnicamente, aunque es cierto que los reactores en general, cualquiera que sea su tipo (aunque existan elementos diferenciadores que no se detallan), son calderas productoras de vapor nuclear (directamente en el BWR e indirectamente en el PWR) que pueden gozar de cierta flexibilidad de funcionamiento (subidas y bajadas en rampa, etc.), de hecho, la alteración del régimen de funcionamiento afecta de forma sensible al comportamiento y vida del combustible nuclear, lo que aconseja fuertemente el mantenimiento más estable posible de su producción. En otras palabras, aunque el reactor pueda ser flexible, el combustible lo es menos.

Económicamente, al ser fuerte la inversión fija de las centrales nucleares, y comparativamente muy superior al de las centrales térmicas convencionales y, en cambio, ser comparativamente menor el coste del combustible nuclear que el convencional (gas, fuel-oil o carbón), resulta obvio que las centrales nucleares no deben dedicarse a una función de regulación, y menos en un país que tiene, por un lado, un reducido peso nuclear en el parque de generación y, por otro, unos medios de regulación importantes (centrales hidráulicas de regulación, bombeo, etc.).

— El combustible nuclear tiene un poder energético muy superior, comparado con los combustibles convencionales, respecto al peso y volumen del mismo.

— El «parque de almacenamiento» de combustible es radicalmente diferente puesto que el reactor contiene en su interior toda la energía a desprender de su ciclo de operación previsto (con la seguridad de los reactores de carga continua, como el Magnox, que no altera sensiblemente el aspecto considerado),

en tanto que las centrales convencionales pueden disponer de un acopio progresivo de combustible a lo largo de su explotación.

— El combustible irradiado (residuo radiactivo de alta actividad) provoca gastos adicionales superiores al de los residuos de las centrales convencionales en la actualidad, dejando a un lado los gastos de una posible desulfuración en centrales convencionales.

Debido a estas características intrínsecas, el tratamiento económico tradicional aplicado a las centrales térmicas convencionales no es aplicable en su totalidad a las centrales nucleares y, en especial, el concepto de coste variable marginal. En efecto, los inconvenientes para el combustible de una variación (reducción) de la potencia, desde la de régimen establecida (plena carga en el caso normal de explotación), son superiores al ahorro de reactividad logrado con la reducción de potencia. Adicionalmente, la reducción de potencia, y el consiguiente alargamiento del ciclo, no representa un ahorro del peso importante que representan las cargas financieras del núcleo («almacén») y si la reducción es importante o continuada, aumenta dicho peso.

Por lo expuesto es necesario establecer unos conceptos económicos que, como se ha indicado, no son correlativos totalmente con el de las centrales térmicas convencionales.

El concepto económico más razonable aplicable a las centrales nucleares es el de *coste medio variable*, entendiendo por tal el correspondiente al ciclo de explotación previsto.

COSTE MEDIO VARIABLE DE LA ENERGIA NUCLEAR

— Se entiende por coste medio variable de la energía nuclear a la suma de los siguientes componentes:

- Coste medio variable de la primera parte del ciclo de combustible.
- Coste medio variable de operación.
- Tasas de producción de energía nuclear.
- Coste medio variable de la segunda parte del ciclo de combustible.

Para establecer el coste medio variable de la primera parte del ciclo de combustible pueden seguirse varios modelos, de los cuales los más comúnmente aceptados son:

- El estudio económico correspondiente a la carga inicial, o primer núcleo, y subsiguientes recargas durante la vida estimada de la central con las actualizaciones pertinentes.
- El estudio económico del ciclo de equilibrio del reactor.

Debido a las incertidumbres que todo estudio económico a largo plazo comporta y a la posible consideración del núcleo inicial como correspondiente a la inversión de la central, estimamos más adecuado y conforme al objetivo buscado el segundo modelo que es, por tanto, el que se sigue en el presente artículo.

Como es sabido, la Empresa Nacional del Uranio -ENUSA- es la encargada del suministro de combustibles nucleares para las centrales nucleares españolas, según establece el Real Decreto 2967/79, de 7 de diciembre, sobre Ordenación de Actividades del Ciclo de Combustible Nuclear.

Puesto que ENUSA establece para cada semestre natural del año los precios del uranio enriquecido, que son objeto de aprobación oficial por la Administración, parece razonable establecer los costes del combustible correlativamente en función de dichos precios; es decir, para cada semestre del año, aunque, como es sabido, en los reactores de agua suele adoptarse generalmente un ciclo de recarga anual de 18 meses, en algunos casos.

- Siguiendo el criterio semestral mencionado se entenderá como *coste medio variable de la primera parte del ciclo de combustible* (combustible no irradiado) por kWh nuclear el coste medio de combustible en el semestre considerado. Los costes a computar serán los de los elementos combustibles, a los precios vigentes correspondientes, incrementados en las cargas financieras aplicables a los pagos de anticipos en el ciclo de combustible.

A fin de objetivizar el estudio económico y darle una mayor generalidad, ya que de hecho para cada reactor sería necesario estudiar su propio costo, es conveniente establecer el concepto de *ciclo de suministro tipo*.

- Definimos como ciclo de suministro (de combustible) tipo el correspondiente al calendario de pagos que se producen en el mismo y que es el siguiente (ver gráfico):

- Período de tiempo de pagos anticipados del Ue, según contrato tipo ENUSA.

La fecha final de este período es la fecha de entrega del Ue, y los precios del Ue los vigentes en dicha fecha.

- Período de tiempo de pagos anticipados de fabricación del combustible, según contrato del suministrador.

La fecha final de este período es un mes después de la fecha de entrega del combustible fabricado. Los precios de fabricación, referidos a Kg. U (reactor uranio natural) o Kg. Ue (reactores de agua ligera), serán los que corresponden a la fecha de entrega del combustible.

La entrega del Ue por el cliente para la fabricación es de siete meses antes de la entrega del combustible fabricado, en el caso de reactores de agua ligera.

- Tres meses después de la fecha de entrega del combustible fabricado. La fecha inicial del citado período será la fecha hasta la que se computen las cargas financieras de los pagos habidos en el ciclo de suministro-tipo.

El plazo de tres meses fijado obedece al tiempo que media desde la entrega para el transporte, inspección en la central, recarga y un plazo adicional cuya justificación económica alargaría demasiado este artículo.

- Se define como *coste medio variable de la segunda parte del ciclo de combustible* (combustible irradiado) al coste medio total que medie desde el enfriamiento en la piscina de la central (un año) hasta su disposición final.

La segunda parte de dicho ciclo corresponde a los siguientes casos:

Ciclo abierto (actualmente reactores de agua ligera). En este caso se prescinde de la reelaboración y, después del enfriamiento en la piscina de la central, debe procederse al confinamiento transitorio o definitivo del combustible irradiado.

Por tanto, los gastos a considerar en este caso son los correspondientes al almacenamiento (posiblemente en seco en contenedores especiales), transporte y confinamiento final. No se producen gastos de reelaboración ni créditos de recuperación del Pu fisible y del Ue residual.

Ciclo cerrado (actualmente Vandellós I). En este caso se procede a la reelaboración del combustible después del enfriamiento del combustible irradiado en la piscina de combustible de la central. Las actividades inherentes a este ciclo son: el transporte de combustible irradiado, la reelaboración y el confinamiento final de los residuos radiactivos de la reelaboración.

Por tanto, los gastos son los correspondientes a las actividades mencionadas, obteniéndose a su vez la recuperación del Pu fisible y del Ue residual.

- Se define como *coste medio variable de operación* el coste medio de los fungibles y elementos dependientes de la operación de la central; es decir, los que son variables con la producción. De estos, los más significativos son:

- Combustibles auxiliares (fuel-oil, gas-oil).
- Lubricantes.
- Recambios de operación (elementos filtrantes, juntas, etc.).
- Resinas de intercambio iónico.
- Gastos de acondicionamiento en central de los residuos radiactivos de operación (baja y media actividad).

CALCULO DEL COSTE MEDIO VARIABLE DE LA PRIMERA PARTE DEL CICLO DE COMBUSTIBLE

Bases del cálculo

El cálculo se establece para el ciclo de equilibrio del reactor y el ciclo de suministro-tipo.

Parámetros típicos del ciclo de equilibrio

Se emplean los valores típicos de la recarga del ciclo de equilibrio para los reactores de agua ligera (PWR y BWR) a fin de soslayar las incidencias particulares de una central determinada. Estos valores típicos, para una utilización de diseño de 6.000 horas/año, son los siguientes:

	PWR	BWR
Potencia bruta MW	930	975
Concentrados t U ₃ O ₈	141	145,4 (colas 0,2 %)
Conversión t U	119	122,7
Enriquecimiento UTS	95.544	91.818
Fabricación Kg. Ue (excluidas mermas)	20.300	25.695

Componentes del coste de combustible

Son los siguientes:

- Uranio natural o enriquecido y cargas financieras asociadas, para reactor de uranio natural o de agua ligera, respectivamente.
- Fabricación del combustible y cargas financieras asociadas.
- Transporte y seguros del combustible.
- Impuestos y gastos de importación.

Precios

Se consideran los siguientes:

Uranio natural o enriquecido

El precio aplicable será el precio vigente de ENUSA en el momento de la entrega del material, del ciclo de suministro-tipo.



CENTRAL NUCLEAR DE ALMARAZ



AISLAMIENTOS REFLEXIVOS

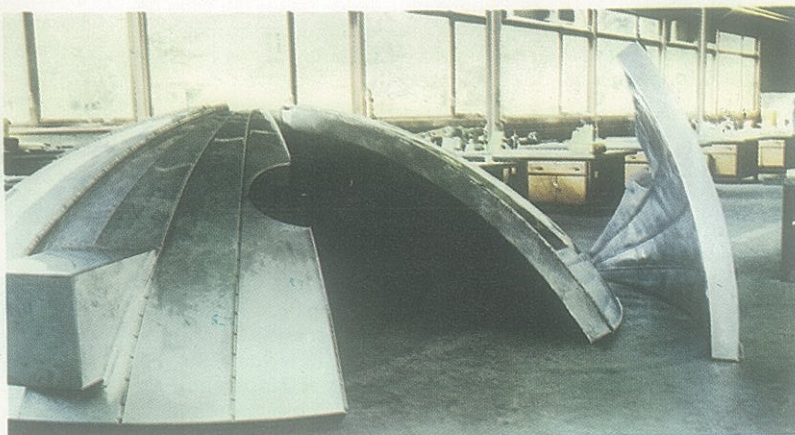
WANNER ESPAÑOLA, S. A.,
TRABAJA PARA USTED
LOS AISLAMIENTOS REFLEXIVOS
PARA CENTRALES NUCLEARES



Aislamiento reflexivo de codo y tramo de tubería

Actividades que nuestra sociedad les ofrece en el campo de los aislamientos especiales para centrales nucleares:

- A) Aislamiento reflexivo para el cuerpo del reactor, cabezas y tuberías anexas en acero inoxidable o aluminio.
- B) Aislamiento térmico y acústico para fachadas de centrales, en "sandwiches" con fibra de vidrio.
- C) Aislamiento térmico y acústico para turbina por medio de proyección de lana mineral.
- D) Aislamiento térmico de tuberías exteriores con recubrimiento de aluminio o acero inoxidable y con material aislante a base de lana mineral.



Aislamiento reflexivo de la cabeza del reactor



Aislamiento reflexivo del cuerpo de la parte superior del reactor

WANNER ESPAÑOLA, S. A., le ofrece la calidad de sus servicios, que aporta a la industria nacional, dentro del amplio campo de actividad del AISLAMIENTO TERMICO-ACUSTICO



AISLAMIENTOS DE CENTRALES NUCLEARES
WANNER ESPAÑOLA, S.A.



PASEO DE LA CASTELLANA, 77 EDIFICIO EDERRA (CENTRO AZCA)
Teléfs.: 456 11 61 - 456 20 61 - MADRID-16

Fabricación

El precio aplicable será el del precio vigente del suministrador (COGEMA, ENUSA, ETC.) en el momento de la entrega del combustible, del ciclo de suministro-tipo.

Transporte y seguros

Para el primer semestre de 1984 se toma el valor de 467 ptas/Kg. Ue. Para semestres sucesivos se tomará el valor mencionado, incrementado en la tasa de inflación que medie hasta el semestre considerado (uno, dos, etc., semestres). Esto corresponde a considerar costes constantes en dinero constante.

Impuestos y gastos de importación

Se toma el 3 % sobre la suma:

Precio Ue + fabricación + transporte y seguros

Tasas de interés

Para calcular las cargas financieras de los pagos del ciclo de suministro-tipo se toman los valores del «interés monetario» del «Boletín Estadístico del Banco de España». Estos tipos de interés monetario son los siguientes:

Año 1980	17,4 %
Año 1981	17,4 %
Año 1982	16,8 %
Año 1983	17,5 %

Los tipos de interés monetario señalados anteriormente corresponden a resultados estadísticos de años en los que ya se dispone de tales valores.

Teniendo en cuenta, por un lado, el retraso en la publicación de valores estadísticos y, por otro, la necesidad de disponer de los tipos de interés monetario hasta la terminación del período c) del ciclo de suministro-tipo, para el período que no haya disponible datos estadísticos se toma como tipo de interés monetario el último valor semestral conocido.

Cargas financieras del ciclo de suministro-tipo

Las cargas financieras del ciclo de suministro-tipo son las correspondientes al calendario que se indica:

Uranio enriquecido

Los valores actuales de pagos anticipados de contrato-tipo son:

Año	Pagos
m-3	$Y_{m-3} = 0,25 R_x \cdot P_x (m-3)$
m-2	$Y_{m-2} = 0,35 R_x \cdot P_x (m-2) - (Y_{m-3})$
m-1	$Y_{m-1} = 0,65 R_x \cdot P_x (m-1) - (Y_{m-2})$
m	$Y_m = R_x \cdot P_x - (Y_{m-1})$

Siendo:

m - Año de entrega del Ue.

R_x - Cantidad de Ue al α % de U 235.

P_x - Precio del Ue al α % en el año considerado.

El precio P_x del Ue es el siguiente:

$$P_x = 1,02 (E \cdot P_e + R P_r + C + P_c) + M + D$$

Siendo:

P_e - Precio de la UTS ptas/UTS.

P_r - Precio de conversión ptas/Kg. U en UF₆.

P_c - Precio de concentrados ptas/Kg. U₃ O₈.

Los valores E, R y C son las constantes de las tablas que son función del valor de las colas.

M y D representan la repercusión por exploración exterior y gastos generales de ENUSA, respectivamente.

En los precios semestrales de ENUSA figuran integrados los conceptos: factor 1,02, M y D. Por tanto, para calcular el precio final P_x basta con sumar los términos de concentrados, conversión y enriquecimiento, que se obtienen multiplicando sus precios correspondientes por las constantes aplicables.

Fabricación

Los pagos anticipados de los contratos de ENUSA corresponden al siguiente calendario:

- 10 pagos mensuales del 9 % que comienzan once meses antes de la entrega del combustible fabricado total	90 %
- Un pago del 5 % en la fecha de entrega	5 %
- Un pago del 5 % a 30 días después de la entrega	5 %
TOTAL	100 %

Los pagos son sobre el precio «base», revisable según una fórmula de revisión.

Proceso de cálculo

A partir de los datos señalados anteriormente (capítulos 3.2 a 3.6, inclusive), se calcula el precio medio variable de la primera parte del ciclo de combustible, por kWh bruto, dividiendo el coste total de la recarga típica hasta el final del período c) del punto 2.4 por la energía bruta correspondiente a 6.000 horas/año (utilización de diseño).

Para el cálculo del coste correspondiente a una menor utilización, si ésta no se desvía mucho de la de diseño (6.000 horas), por ejemplo, para una utilización de 5.500 horas/año, puede tomarse aproximadamente, sin gran error, el promedio entre el coste por kWh con la utilización de diseño (6.000 horas/año) y el coste por kWh de la recarga de diseño utilizada con 5.500 horas/año.

$$\text{Es decir: } P_{5.500} = \frac{P_{6.000} + P_{6.000} \times \frac{6.000}{5.500}}{2}$$

La justificación de lo anterior estriba en que el coste de combustible para una utilización de diseño de 5.500 horas/año es esencialmente el mismo que el coste para una utilización de diseño de 6.000 horas/año, pues la reactividad que hay que incluir en la recarga es proporcional y sólo aumenta el coste por el «peso» del componente fabricación, que es constante en ambos casos. Sin embargo, al ser posible alcanzar una utilización de 6.000 horas/año, el diseño de la recarga debe establecerse para la misma sin limitarla a priori a 5.500 horas. Si en la explotación real no se consigue alcanzar la utilización de 6.000 horas, resulta evidente que el coste de combustible será un valor comprendido entre los de las dos utilizaciones mencionadas.

Los costes señalados, con los parámetros utilizados, corresponden al kWh bruto (alternador), por lo que, para obtener el coste neto (barras de central), habrá que tener en cuenta los consumos auxiliares y pérdidas de transformación, que pueden estimarse en un 5 %.

COSTE MEDIO VARIABLE DE OPERACION

La experiencia de operación es la única fuente fiable para el cómputo de estos costes, por lo que se toman datos contables conocidos de centrales españolas. Debido también al retraso obligado de la información estadística de períodos conocidos, es razonable utilizar debidamente, al final del período c) del ciclo de suministro-tipo, utilizando la tasa de inflación que corresponda.

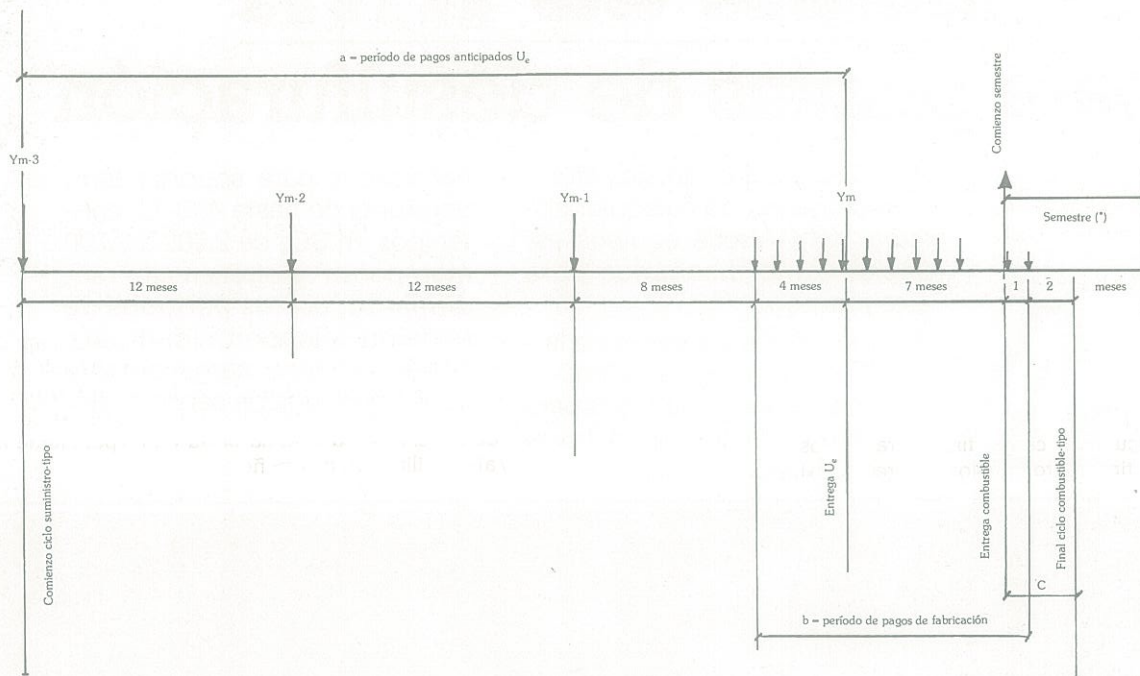
TASAS MEDIAS SOBRE LA PRODUCCION DE ENERGIA NUCLEAR (B.O.E. 29-11-82)

Los servicios de inspección y control que realice el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) para garantizar la explotación y funcionamiento adecuados, así como la seguridad de las instalaciones nucleares, están sujetos al gravamen «de una tasa de servicios prestados por el CSN».

La base imponible «vendrá determinada por el valor medio de la producción anual de la instalación calculado en función del precio medio de la misma en dicho período de tiempo».

El tipo de gravamen es el cero coma cero cinco por ciento (0,05 %) sobre la base imponible señalada.

REPRESENTACION GRAFICA DEL CICLO DE SUMINISTRO-TIPO COMBUSTIBLE NUCLEAR REACTORES AGUA LIGERA



(*) Nota: En todo el semestre señalado el coste medio variable del KWh nuclear permanece invariable.

COSTE MEDIO VARIABLE DE LA SEGUNDA PARTE DEL CICLO DE COMBUSTIBLE

CONSIDERACIONES GENERALES

Para las centrales nucleares españolas, solamente en el caso de Vandellós I, en la que existen contratos de reelaboración y venta del Pu fisile, es posible establecer con rigor la repercusión económica de la segunda parte del ciclo de combustible. Las centrales de Zorita y Garoña tuvieron anteriormente contratos de reelaboración del combustible irradiado. Por otro lado, el PEN vigente no contempla la reelaboración, sino el ciclo abierto.

Respecto a la denominación «segunda parte» del ciclo de combustible, conviene efectuar algunas precisiones para evitar posibles confusiones en cuanto al alcance de las actividades consiguientes, que tienen tratamiento diferente en diversos países.

Como es sabido, la producción de energía nuclear da lugar a la generación de residuos radiactivos de distinta procedencia y naturaleza. Adicionalmente, el tratamiento de dichos residuos puede afectar, bien a los costes variables de producción o bien a sus costes fijos. Atendiendo a este aspecto, puede establecerse una clasificación que agrupe adecuadamente los residuos en los siguientes capítulos:

Residuos de operación (baja y media actividad)

Consideramos como tales (prescindiendo de los efluentes) todos los que se generan y mantienen dentro de la instalación como consecuencia de la operación de la central, distintos del combustible irradiado y de la propia instalación como conjunto.

Los residuos de operación son objeto de un proceso de tratamiento y acondicionamiento dentro de la central para su posterior evacuación y disposición final.

El tratamiento y acondicionamiento son actividades de la operación y, como tal, sus costes, al ser básicamente dependientes de la producción de energía, corresponden a costes variables de la producción.

Las actividades de evacuación de la central y la disposición final (confinamiento) están encuadradas en las disposiciones

oficiales españolas como correspondientes a la «segunda parte» del ciclo de combustible.

Combustible irradiado (alta actividad)

Las actividades a efectuar después del enfriamiento del combustible en la piscina de la central corresponden a la denominación «segunda parte» del ciclo, tanto desde un punto de vista técnico como de las disposiciones oficiales. Dichas actividades difieren según se considere ciclo abierto o cerrado (con reelaboración). Todos los costes asociados a dichas actividades deben considerarse, en rigor, como costes variables de la energía nuclear, al ser básicamente dependientes de la producción.

Residuos procedentes del desmantelamiento (clausura) de las centrales nucleares

La clausura corresponde, como es sabido, al cierre por final de la vida operativa de la central. Sus costes asociados corresponden al concepto de costes fijos y, como tal, deben tratarse.

DISPOSICIONES OFICIALES REFERENTES A LA SEGUNDA PARTE DEL CICLO DE COMBUSTIBLE

No se pretende en este artículo hacer el análisis de las mismas, cuya enumeración es la siguiente:

- Orden Ministerial de 12 de mayo de 1983 («BOE» 18-5-83), por la que se dictan normas complementarias del Real Decreto 2967/1979, de 7 de diciembre, sobre ordenación de actividades y ciclo de combustible nuclear, referentes a la «segunda parte» de dicho ciclo y se complementa la de 29 de diciembre de 1980, por la que se regula la financiación del «stock básico» de uranio.
- Resolución de 27 de octubre de 1983 («BOE» 5-11-83) de la DGE, por la que se desarrolla la Orden Ministerial de 12 de mayo de 1983.

La Resolución, fija en 0,91 % la cuota establecida en la Orden Ministerial de 12 de mayo de 1983 (cuota a entregar a OFICO por las empresas eléctricas sobre la recaudación «correspondiente a los costes de los trabajos correspondientes a la «segunda parte» del ciclo de combustible nuclear-almacenamiento en seco, reprocesamiento y almacenamiento definitivo de los residuos»).

EQUIPOS KKK

para plantas de desulfuración

Para las plantas de desulfuración de gases, de cualquier sistema, KKK ofrece equipos especialmente diseñados para este proceso.



- Ventiladores Axiales para impulsión de los gases a tratar.
- Compresores centrífugos para el aire de Oxidación del Sulfito Cálcico.

Fabricados para soportar temperaturas de hasta 400 °C, contenidos en SO₂ de 2.000 a 2.700 mgr. por m³ y ofrecen alto rendimiento, cortos períodos de revisión, disponibilidad para trabajo a plena carga durante largos períodos de servicio, etc.



PASCH Y CIA S.A.

BILBAO
48009

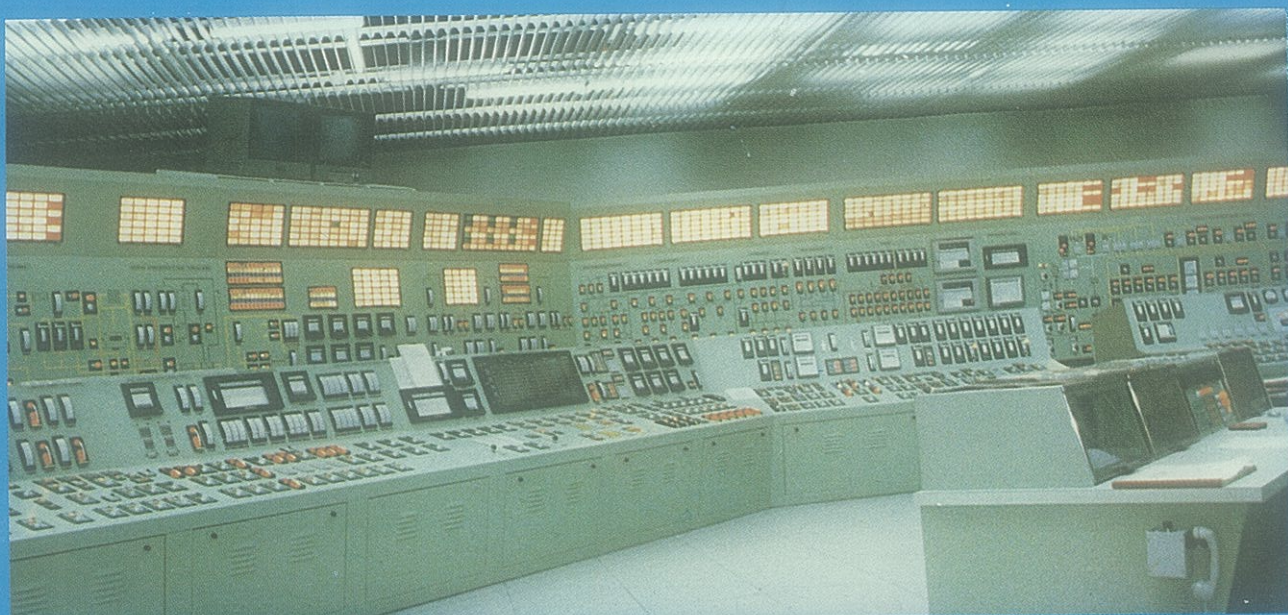
Alameda de Recalde, 30
Telf. 94-424 28 06
Telex 32720 - pasch-e

MADRID
28020

Capitán Haya, 9
Telf. 91-455 37 00
Telex 22696 - pasch-e

BARCELONA
08006

Tuset, 8 - 6º
Telf. 93-217 19 63
Telex 53063 - pasch-e



TECNATOM

INGENIERIA DE SERVICIOS PARA CENTRALES
NUCLEARES Y CONVENCIONALES

- ADIESTRAMIENTO DE TECNICOS DE EXPLOTACION DE CENTRALES NUCLEARES Y CONVENCIONALES
- ADIESTRAMIENTO
- INSPECCION PREOPERACIONAL Y EN SERVICIO
- GESTION DE MANTENIMIENTO
- GARANTIA DE CALIDAD
- CALIFICACION DE EQUIPOS
- REPARACION Y PRUEBA DE AMORTIGUADORES

CENTRALES NUCLEARES

- Almaraz • Angra II y III (Brasil) • Ascó • Atucha (Argentina) • Caorso • Cofrentes • Garigliano (Italia) • Imatran Voima (Finlandia) • José Cabrera • Laguna Verde (México) • Leibstad (Suiza) • Lemóniz • Sta. María de Garoña • Trillo • Trino (Italia) • Valdecaballeros • Vandellós.

CENTRALES CONVENCIONALES

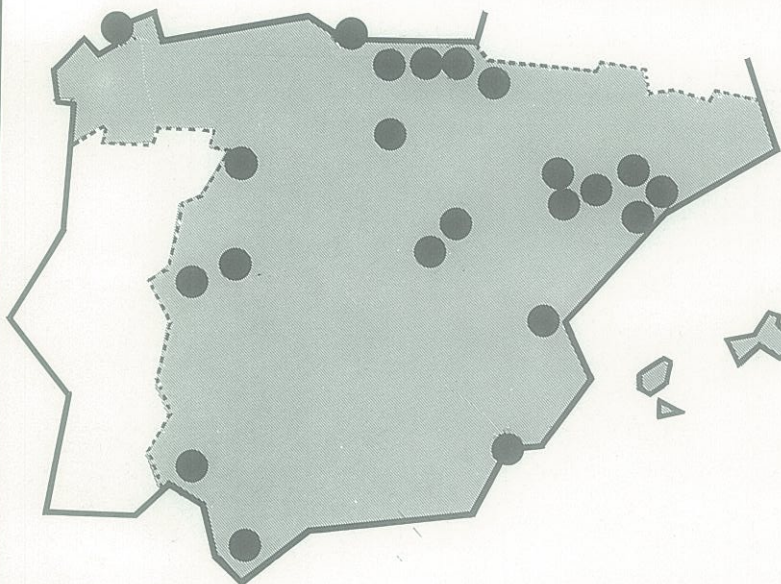
- Alcudia • Besós • Candelaria • Carboneras • Compostilla • Guanarteme • Jinamar • Lada • La Robla • Meirama • Narcea I y II • Puente Nuevo • Puentes • Sabón • San Adrián • Teruel.

CABLES

PIRELLI

EN LAS CENTRALES NUCLEARES

- CABLES DE POTENCIA MEDIA Y BAJA TENSION.
- CABLES DE CONTROL.
- CABLES DE INSTRUMENTACION.
- CABLES DE TERMOPARES.
- CABLES CONEXIONADO DE PANELES.
- CABLES COAXIALES Y ESPECIALES.



RADIFLAM PIRELLI



NUCLEAR ESPAÑA

una comunicación directa

**Las Empresas que trabajan
en el campo de la ENERGIA están en contacto
con nosotros para vender sus productos**

- Real Decreto 774/1984, de 18 de abril («BOE» 19-4-84), por el que se establecen nuevas tarifas eléctricas. Fija en 1,4 % la cuota correspondiente a la «segunda parte» del ciclo de combustible nuclear a partir del 20-4-84.
- Real Decreto 1522/1984, de 4 de julio («BOE» 22-8-84), por el que se autoriza la constitución de la «Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A.» -ENRESA-.
- Real Decreto 1899/1984, de 1 de agosto («BOE» 27-10-84), por el que se modifica el Real Decreto 2967/1919, de 7 de diciembre, sobre ordenación de actividades en el ciclo de combustible nuclear.

APLICACION DEL PROCEDIMIENTO DE CALCULO

Coste medio variable, excluida la segunda parte del ciclo, para primer semestre 1985

Aplicamos, a título de ejemplo, el procedimiento de cálculo a un reactor PWR de 930 MW, para el primer semestre 1985.

De acuerdo con el calendario del suministro-tipo, las fechas a considerar son:

- Entrega del Ue: 1 junio 1984.
- Final ciclo suministro-tipo: 31 marzo 1985.

URANIO ENRIQUECIDO Y CARGAS FINANCIERAS

Los precios oficiales de ENUSA son:

Año	Semestre	Concentrados Ptas/Kg. U ₃ O ₈	Conversión Ptas/Kg. Ue	Enriquecimiento Ptas/UTS
M-3	1.º - 1981	6.045	501	14.268
M-2	1.º - 1982	7.984	588	16.121
M-1	1.º - 1983	12.316	853	25.209
M	1.º - 1984	12.157	885	26.924

Los pagos, anticipos, a ENUSA, en miles de pesetas, son:

Acum.	Cant.	Concentrados	Conversión	Enriquecim.		Ym
Año		141.000 Kg. U ₃ O ₈	119.000 Kg. Ue	95.544 UTS	Y	Pago en el año
0,25	M-3	213.086,2	15.142,7	340.805,5	569.034,4	569.024,4
0,35	M-2	394.010,4	24.490,2	539.092,7	957.393,3	388.558,9
0,65	M-1	1.128.761,4	65.979,5	1.565.569,7	2.760.310,6	1.802.717,3
1,0	M	1.714.137,0	105.315,0	2.572.426,7	4.391.878,7	1.631.568,1

El coste total, incluidas las cargas financieras al final del ciclo del suministro-tipo, figura en el cuadro siguiente:

MILES DE PESETAS						
Año	Fecha de pago	Tipo inter. mon.	Meses	Importe al comienzo del año	Importe + intereses al 31 dic. año	Total acumulado al 31 dic. año
1981	1-6-81	17,4	7	569.034,4	626.791,4	626.791,4
1982	—	16,8	12	626.791,4	732.092,4	—
1982	1-6-82	16,8	7	388.558,9	426.637,7	1.158.730,1
1983	—	17,5	12	1.158.730,1	1.361.507,9	—
1983	1-6-83	17,5	7	1.802.717,3	1.988.096,7	3.349.604,6
1984	—	17,5	12	3.349.604,6	3.935.785,4	—
1984	1-6-84	17,5	7	1.631.568,1	1.799.347,7	5.735.133,1
1985	—	17,5	3	5.735.133,1	—	5.986.045,7

FABRICACION Y CARGAS FINANCIERAS

Los contratos de fabricación incluyen dos porciones, nacional y extranjera, cada una con sus términos de pago y fórmula de revisión de precios.

A fin de simplificar, agrupamos ambas porciones, obteniendo un coste de fabricación de 43.000 ptas/Kg. Ue. Por tanto, los costes y cargas financieras, de acuerdo con el suministro-tipo, serán:

MILES DE PESETAS				
Pago número	Tipo inter.	Meses	Importe pago	Importe + cargas financieras al final ciclo s.
1	17,5	14	78.561	94.600
2	17,5	13	78.561	93.455
3	17,5	12	78.561	92.309
4	17,5	11	78.561	91.163
5	17,5	10	78.561	90.018
6	17,5	9	78.561	88.871
7	17,5	8	78.561	87.726
8	17,5	7	78.561	86.580
9	17,5	6	78.561	85.435
10	17,5	5	78.561	84.289
11	17,5	3	43.645	45.554
12	17,5	2	43.645	44.918
Total			872.900	984.918

TRANSPORTE Y SEGUROS

Precio, 525 ptas/Kg. Ue.

Importe, 525 × 20.300 = 10.657.500 ptas.

IMPUESTOS Y GASTOS DE IMPORTACION

Costes	7,1	4.391.878,7	10 ³ ptas.
	7,2	872.900,0	10 ³ ptas.
	7,3	10.657,5	10 ³ ptas.

Total 5.275.436,2 10³ ptas.

(7,4) - 3 % (7,1 + 7,2 + 7,3) = 158.263,1 10³ ptas.

Resumen primera parte ciclo de combustible

- Se incluye en el resumen el porcentaje que cada partida representa para destacar su importancia relativa.

Partida	10 ³ ptas.	Porcentaje
7,1 Coste de Ue	4.391.878,7	61,51
7,2 Cargas financieras Ue	1.594.167,0	22,33
7,3 Coste fabricación	872.900,0	12,22
Cargas finan. fabricación	112.018,0	1,57
7,4 Transporte y seguros	10.657,5	0,15
Impuestos	158.263,1	2,22
Total	7.139.884,3	

Por tanto, el coste de combustible (primera parte del ciclo) por kWh. será:

$$\text{Coste bruto} = \frac{7.139.884.300}{930.000 \times 6.000} = 1,2795 \text{ ptas/kWh.}$$

$$\text{Coste neto} = 1,2795 \times 1,05 = 1,3435 \text{ ptas/kWh.}$$

COSTE VARIABLE MEDIO DE OPERACION

Con la información de las centrales en años anteriores puede establecerse en 18,42 cts/kWh. bruto.

El importe total de esta partida será:

$$0,1842 \times 6.000 \times 930 = 1.027,8 \times 10^3 \text{ ptas.}$$

TASAS

Su importe es 0,0005 (7,1 + 7,2 + 7,3 + 7,4 + 7,5).

COSTE MEDIO VARIABLE (EXCLUIDA SEGUNDA PARTE CICLO COMBUSTIBLE)

Para una utilización de 6.000 horas/año:

- 1.ª parte ciclo combustible	1,2795
- Coste var. operación	0,1842
- Tasas	0,0007

Total 1,4644 ptas/kWh. bruto

Para una utilización de 5.500 horas/año P_b = 1,531 ptas/kWh. bruto.

En barras de central serán:

Para utilización 6.000 horas/año — 1,5376 ptas/kWh. neto.
5.500 horas/año — 1,6075 ptas/kWh. neto.