

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
NO 1	AÑO 1984

EVALUACION DE LA EXPERIENCIA OBTENIDA EN EL CONTROL DE CALIDAD DE PASTILLAS DE UO<sub>2</sub> SOBRE UNA PRODUCCION DE 40 Tn.

A. Ciarrocchi

I. Ruggeri

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

Gerencia de Desarrollo - Proyecto Planta Piloto FECN-A

I.- INTRODUCCION

Se describe la forma utilizada en el control de calidad de la fabricación de aproximadamente 40 Tn de Pastillas de UO<sub>2</sub>, las cuales se obtienen a partir de polvo de características físicas dadas, mediante el compactado, sinterizado y posterior rectificado. El control de la producción se realiza de acuerdo a especificaciones y normas establecidas (1).

Los controles se llevan a cabo una vez concluida la fabricación (control final), y/o bien durante la misma (control de línea), por métodos estadísticos.

Para un control de calidad uniforme y estadísticamente seguro, es necesario tener en cuenta los siguientes conceptos:

Programación del ensayo:

Una adecuada programación previa y los preparativos para todos los pasos de ensayo son condiciones necesarias para una aplicación eficaz del método estadístico.

Orientación de la calidad:

Un mantenimiento eficaz de la calidad es posible únicamente gracias a una orientación de la calidad durante la fabricación. Las desviaciones en la calidad y la acumulación de fallas exigen inmediatamente una corrección de los métodos de fabricación.

Control de calidad:

El ensayo para comprobar la calidad tiene por finalidad impedir que productos que están en proceso de fabricación y sean descartables por su mala calidad, sigan elaborándose, o en el peor de los casos, lleguen a utilizarse.

II.- DESARROLLO DEL TRABAJO

El producto a controlar son pastillas obtenidas a partir de polvo de UO<sub>2</sub> compactado en prensa de doble efecto, sinterizadas en un horno continuo con atmósfera reductora de hidrógeno y luego llevadas al diámetro especificado por medio de rectificadora sin centro.

En la Fig.1. se aprecia la geometría correspondiente de cada estado de la Pastilla y sus parámetros.

La secuencia del proceso de fabricación y control está esquematizada en la Fig.2.

En el Cuadro N° 1 se resumen todos los controles realizados en el proceso, donde se indica: el volumen de ensayo para cada característica a controlar en el estadio correspondiente, la exigencia del ensayo y el porcentaje de desviación permitido, según lo establecido en las especificaciones y normas vigentes (1).

Para cada etapa, se confecciona un informe con los resultados finales, donde se aprueba, rechaza o refuerzan los ensayos en caso de tenerse valores en los límites de tolerancia especificados, pudiéndose llegar al control de 100% o tomarse decisiones de aprobación a pesar de no satisfacer totalmente lo especificado. Estas decisiones de aceptación de Pastillas que se encuentran fuera de especificación son tomadas a través de un Comité formado por Control de Calidad, Producción y el Departamento Combustibles Nucleares de la CNEA; en casos especiales se llegó a realizar consultas a centros especializados, particularmente a la fábrica RBU de Alemania Federal. Este Comité emite un informe de la aceptación o rechazo, según la importancia del defecto y las implicancias que podrían acarrear posteriormente durante el uso del combustible.

## II.1.- CALIFICACION DEL PERSONAL

En la Planta Piloto se inició por primera vez la fabricación seriada de elementos combustibles para centrales nucleares a partir de conocimientos previos de laboratorio y contando con personal entrenado en industrias especializadas.

A través, entonces, de una integración paulatina de la tecnología, fueron formándose grupos especializados en cada proceso de fabricación y de control.

Por tales razones, cada equipo, ya sea de fabricación o de control, fue sometido a ensayos previos para su liberación y al mismo tiempo, el personal incorporado fue recibiendo el entrenamiento necesario.

Debido a lo dicho precedentemente y por tratarse de un proceso que involucra equipos de mantenimiento costoso (por ej., el horno de sinterizado que trabaja con atmósfera de hidrógeno), como así también las características particulares de la materia prima, en cuanto a su valor y considerada sustancia tóxica-radioactiva, se consideró necesario realizar un control total del proceso, desde la materia prima pasando por los equipos y el personal involucrado.

Al realizar el trabajo bajo esta delineación, se cumple con los requisitos establecidos en Normas de Garantía de la Calidad (2).

## II.2.- MEDIDAS DE CUIDADO A TENER EN CUENTA PARA EL ASEGURAMIENTO DEL CONTROL

### II.2.1. Acondicionamiento de muestras

Se debe prestar especial cuidado en la identificación y acondicionamiento de cada muestra, para evitar errores y contaminaciones que puedan ocasionar confusiones o resultados erróneos, y por lo tanto, el rechazo del material en condiciones aptas para el uso o el empleo del que fuera rechazado.

El modo de identificación consiste en:

- Propiedad o parámetro a determinar
- Lote de fabricación a que pertenece
- Indicar a qué pedido pertenece
- Cantidad
- Peso
- Fecha

#### II.2.2.-Muestra de archivo

De cada lote, ya sea de polvo o de pastillas, se toman muestras respecto a la cantidad fabricada, para archivar y recurrir a ellas en caso de dudas en los resultados obtenidos.

Las muestras debidamente acondicionadas, se identifican de la forma siguiente:

- Denominación del pedido
- Número del pedido
- Número del lote
- Cantidad
- Peso
- Fecha.

Estas muestras se almacenan hasta la finalización de la fabricación del pedido y luego son devueltas a Producción.

#### III.- RESULTADOS OBTENIDOS, ANALISIS DE PLANILLAS

Para cada propiedad o parámetro controlado, correspondiente a cada estadio de control, los resultados obtenidos se asientan en planillas de control, confeccionadas a tal fin.

Básicamente cada una de ellas está conformada de la siguiente forma:

- Característica a controlar o denominación
- Letras de identificación del sector y número de planilla.
- Material a controlar.
- Especificaciones.
- Planos.
- Pedido.
- Volumen del ensayo.
- Número correlativo del archivo.
- Valor especificado y tolerancias.

En el Anexo del trabajo, se adjunta el conjunto de protocolos utilizados en el proceso.

De todas las características controladas, se destacan por su importancia: la caracterización del polvo a través del ensayo de compactación (CS 2013 del Anexo), el análisis químico (CP 1401 del Anexo), control de Densidad (CP 1402 del Anexo) y Diámetro de Pastilla (CP 1403 del Anexo). Precisamente en éstas se presentaron problemas en la fabricación. Así es, como a lo largo de toda la producción el control de Diámetro debió reforzarse en muchas ocasiones, presentándose casos de rechazo de lotes, a los cuales se les realizó un control 100 %, hecho viable por tratarse de una planta piloto en la cual no se consideró el tiempo empleado. Las desviaciones se presentaron principalmente en el sistema de carga y descarga de la rectificadora, lo que produjo continuas interrupciones. Este hecho trajo aparejada la imposibilidad de que la máquina pudiera entrar en régimen ampliando la posibilidad de desviaciones.

Respecto al control de Densidad, en un lote se encontraron valores fuera de tolerancia, como se aprecia en la Planilla de control CP 1402 del Anexo; dicha desviación surgió de la contaminación del lote de polvo utilizado. A través de un análisis químico se determinó, que los elementos contaminantes del lote en cuestión son: Cr, Fe, Ca, Ni y B, pero no pudo detectarse el origen de esa contaminación. En la Fig. 3. se puede comparar la metalografía de una pastilla contaminada con una buena. Se aprecian la diferencia del tamaño de grano.

A través de los gráficos de control continuo, se detectaron, durante la fabricación, otras desviaciones, como ser, el volumen del dishing (concavidad), debido al desgaste de punzones (véase Planilla CP 1404 del Anexo).

En estos casos, cuando se llega a los valores de advertencia, se procede a comunicar la novedad al sector de Fabricación para que realice el cambio correspondiente.

### III.1.- PORCENTAJE DE MATERIAL RECHAZADO Y PERDIDA

El total del material descartado alcanzó a 8,63% según el siguiente detalle:

UO2 procesado.....	43.649,230 Kg	
Pastillas aprobadas.....	39.882,888 Kg	+91,37 %
Total de descarte .....	3.766,342 Kg	+ 8,63 %

	Pastillas:	5,37 %
	Barro rectific.	2,44 %
Descarte	Polvo sucio	0,62 %
	Mermas	0,20 %

En el gráfico 1. se observa el desarrollo de la producción. En realidad, el porcentaje rechazado por Control de Calidad fue mayor que el expresado. Esto se debe a que el polvo original de UO2 para producción, admite alrededor de un 5% de  $U_3O_8$ , proveniente de los rechazos de Pastillas químicamente exentas de contaminación.

### IV.- CONCLUSIONES

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, es de destacar que las correcciones efectuadas durante la producción de Pastillas de UO2, como así también el tiempo de respuesta alcanzado en la misma, se debe a lo siguiente:

- Comunicación entre el personal de Control de Calidad y Producción a todo nivel y en todo momento.
- Asignación de responsabilidades y áreas de competencia para dichos sectores para garantizar la calidad del producto obtenido.
- Lograr la mayor continuidad posible en las operaciones del proceso.

Además, es de hacer notar que el total de Elementos Combustibles fabricados están incluidos en el Programa de Irradiación de la Central Nuclear de Atucha y el hecho de que no se han presentado ningún tipo de fallas hasta el momento, da cuenta del nivel de garantía de calidad alcanzado.-

- 
- 1) KWU RE-L 504-c. Siemens Normen SN 28700/28720
  - 2) 10 CFR 50 AEC, Apéndice B, 1963. ASME NA 4000; ANSI N 45.2; CSA Z 299; OIEA 50-C-QA; ANSI-ASME NQA-1-1979; Norma ISO/DIS 6215.-

## PASTILLA COMBUSTIBLE ATUCHA

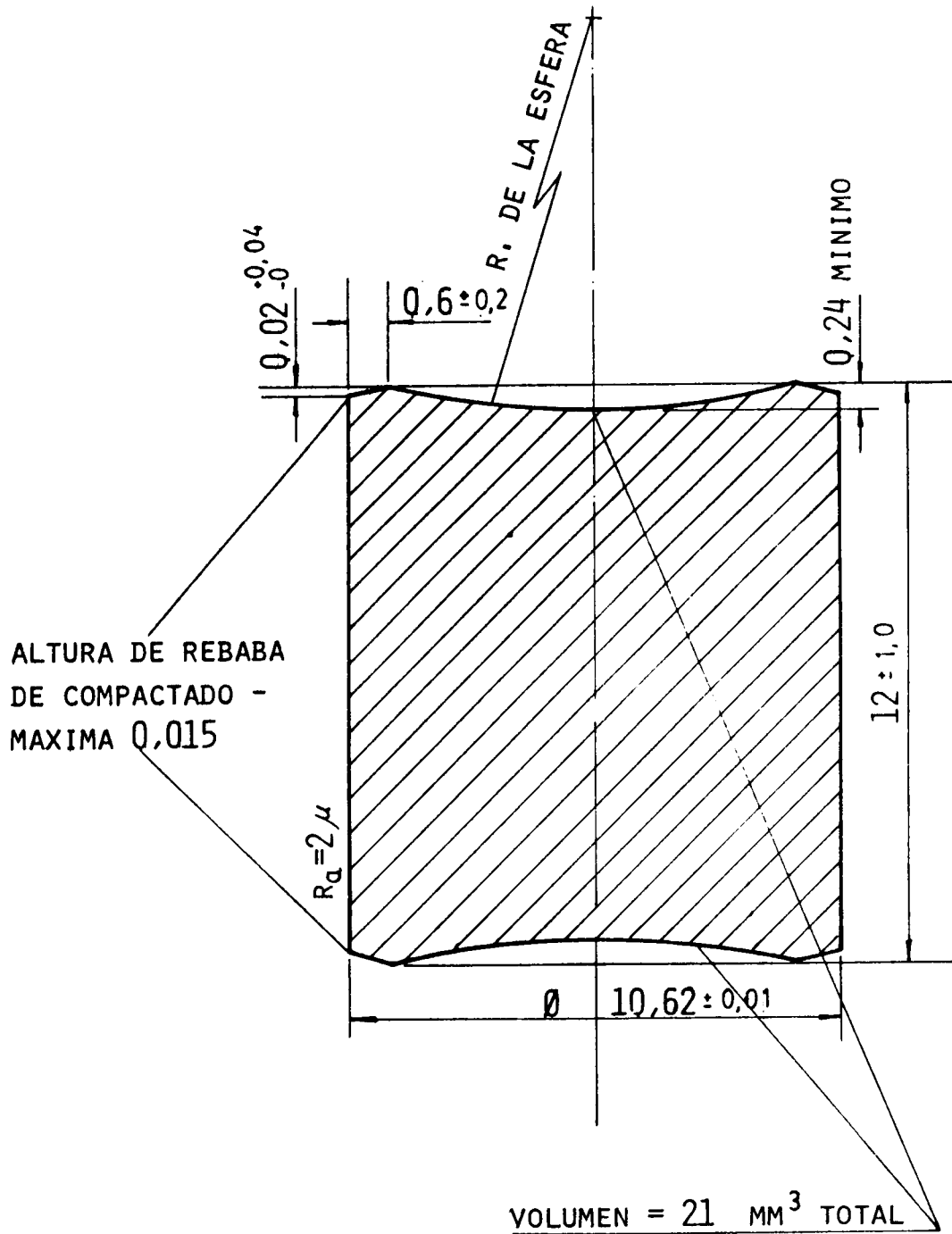
MATERIAL  $UO_2$ DENSIDAD  $10,4 - 10,7 \text{ GR/CM}^3$ 

Fig. 1.-

Fig.2:

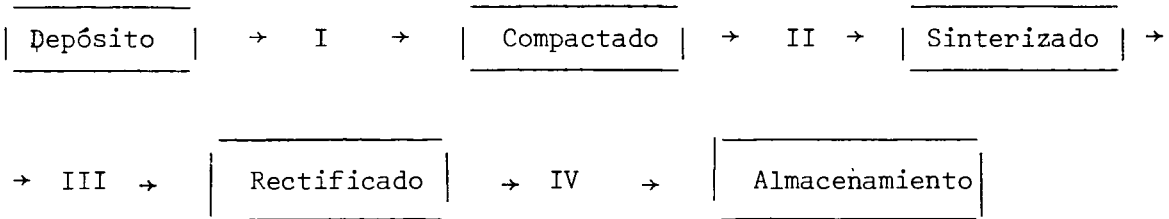
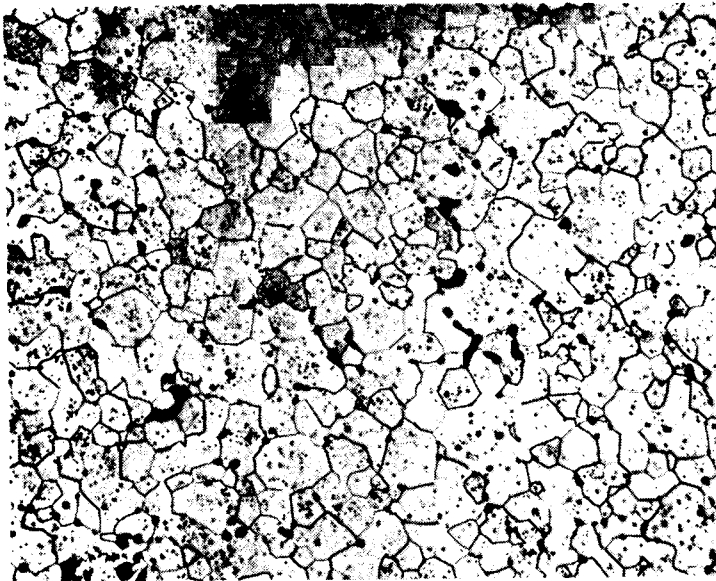


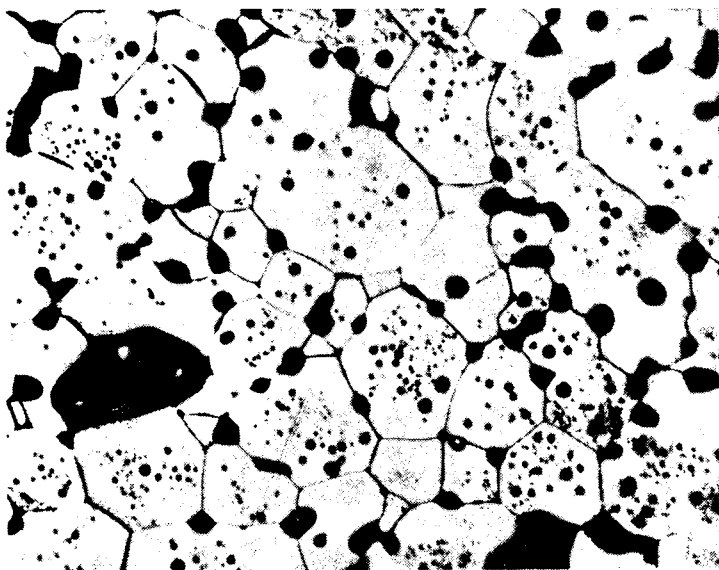
Fig.3:



Aumento: 400 x

Tamaño de grano: 9,2  $\mu\text{m}$ 

Pastilla Buena.-



Aumento: 400 x

Tamaño de grano: 27,7  $\mu\text{m}$ 

Pastilla contaminada.-

CUADRO I. -

Item de Espec.	CARACTERISTICA de CALIDAD	Estadio I		Estadio II		Estadio III		Estadio IV		Identif. Planilla	OBSERVACIONES
		Polvo UO <sub>2</sub>	1 muestra/lot	Pastillas en verde	Pastillas sinterizadas	Pastillas rectificadas	CP-1400	CP-1401	CP-1402		
5.2	Ensayo de compactación	1 muestra/lot	1 muestra/lot							CS 2013	Informe
3.1.1	Informe de Recepción	1 Inf./lote	1 Inf./lote					1 Inf./lote		CP-1400	
3.1.1.1	Estequiometría O/U	1 ensayo/lot	1 ensayo/lot					1/8 Pd ó 1/Ch		CP-1401	Método determinación por termogravimetría o polarografía por termogravimetría o volumetría "redox"
3.1.1.2	Contenido U total	1 "	1 "					1/ Ch.		CP- "	por espectrometría de masas o espectrometría y
3.1.1.3	Enriquecimiento	1 "	1 "					" "		CP- "	por espectrometría de emisión y análisis químicos.
3.1.1.3.1	Impureza química	1 "	1 "					" "		CP- "	por espectrometría de emisión y análisis químicos.
3.1.1.3.2	F (flúor)	1 "	1 "					1/ Pd		CP- "	por pirhidrólisis y determinación colorimétrica.
3.1.1.3.3	Contenido de gas residual	1 "	1 "					1/C.h		CP- "	Equipo especial para extracción en caliente.
3.1.1.3.4	Contenido H <sub>2</sub> equivalente	1 "	1 "					1/C.h		CP- "	í d e m
3.3.1	Microestructura	1 Past./lote	1 Past./lote					1/8Pd ó 1/C.h		CP- "	Metalografía (x 400) tamaño grano entre 4 y 25 $\mu$
3.2.	Densidad	10 Past./lote	10 Past./lote	14 Past./Hora	SN28705 Test 5					CP-1402	Por suspensión hidrostática N10.001 a 50.000 n=100 c < 2,2%
3.4	Diámetro	" "	" "	14 Past./Hora				SN28705 Test 5		CP-1403	Micrómetro milesimal N 10.001 a 50.000 n=100 c < 2,2%
	Volumen dishing (Concavid.)				SN28701 por Test 20 atrib.					CP-1404	N 10.001 a 50.000 n= 30 c ≤ 9%
	Ancho de hombro				SN28701 Test 20 ídem					CP-1405	í d e m
	Ortogonalidad				SN29705 Test 20					CP-1406	í d e m
	Largo	10 Past./lote	10 Past./lote	14 Past./Hora	SN28701 Test 20					CP-1407	í d e m
	Alto de hombro							SN28705 Test 20		CP-1408	í d e m
3.3.2	Estado superficial	Cada Past.	Cada Past.					SN 28701 Test 5		CP-1409	Control visual c/patrón compar. n <sub>1</sub> =240 c <sub>1</sub> ≤4; n <sub>1</sub> n <sub>2</sub> =480 c <sub>1</sub> +c <sub>2</sub> ≤9
3.4.	Rugosidad	1/ lote	1/ lote					1/ semana		CP-1413	Rugosímetro; Rt ≤ 2 $\mu$ m
	Peso	10/Pastilla	10/Pastilla	14 Past./Hora							