

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1970

07.70.05

PMM/C-38

Comisión Nacional de Energía Atómica
dependiente de la Presidencia de la Nación

SISTEMA RADIOACTIVO PARA LA DETECCION DE DESGASTE EN EL
REFRACTARIO DEL A.H. III DE LA PLANTA ALTOS HORNOS ZAPLA

R. D'Angelo, J.N. Báez, J.C. Fritzsche y R. Pereyra

PROGRAMA MULTINACIONAL DE METALURGIA

Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico - OEA

IV Jornadas Metalúrgicas
Sociedad Argentina de Metales
Córdoba, noviembre de 1970

ma en
sele
2/6/86

Departamento de Metalurgia ✓
Buenos Aires - Argentina

Comisión Nacional de Energía Atómica
dependiente de la Presidencia de la Nación

SISTEMA RADIOACTIVO PARA LA DETECCION DE DESGASTE EN EL
REFRACTARIO DEL A. H. III DE LA PLANTA ALTOS HORNOS ZAPLA

R. D'Angelo, J.N. Báez, J.C. Fritzsche y R. Pereyra

PROGRAMA MULTINACIONAL DE METALURGIA
Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico - OEA

IV Jornadas Metalúrgicas
Sociedad Argentina de Metales
Córdoba, noviembre de 1970

Departamento de Metalurgia
Buenos Aires - Argentina

SISTEMA RADIOACTIVO PARA LA DETECCION DE DESGASTE EN EL REFRACTARIO DEL A.H. III DE LA PLANTA ALTOS HORNOS ZAPLA

R. D'Angelo*, J.N. Báez**, J. Fritzsche**, R. Pereyra*

SUMARIO

El seguimiento del desgaste del refractario en altos hornos presenta dificultades que, según el tipo y diseño del horno, pueden ser insalvables con los métodos normalmente en uso. En el presente trabajo se describe el sistema radioactivo empleado para poder seguir el desgaste del refractario en un alto horno autoportante de blindaje enterizo de 18 m de altura útil, 3,835 m de diámetro de crisol. Se dan los resultados obtenidos luego de 22 meses de operación y grafican curvas del desgaste observado.

Se resumen además, las experiencias realizadas para la medición del volumen de salamandra aplicando el método de dilución isotópica con Fe^{59} transcribiendo conclusiones. Discútese el método y se compara con valores obtenidos por sondeo manual puntualizando posibilidades y condiciones de aplicación.

_____ o _____

I. INTRODUCCION

Los sistemas radioactivos para la detección de desgaste en refractarios de altos hornos son utilizados frecuentemente en los países más adelantados tecnológicamente. Entendemos que la experiencia que aquí se describe es la primera que se da a conocer en Latinoamérica, y el éxito y beneficios obtenidos nos permiten suponer que el método habrá de generalizarse con el consiguiente beneficio para el mejoramiento de la tecnología de refractarios en altos hornos.

La principal ventaja del sistema reside en la sencillez, seguridad y rapidez con que pueden obtenerse datos sobre los avances del desgaste de las mamposterías de refractarios en un alto horno (1)(2)(3).

* ALTOS HORNOS ZAPLA - F.M.

** COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

I.1. Características Generales del Alto Horno Ensayado :

El AH III de Altos Hornos Zapla, planta siderúrgica perteneciente a la Dirección General de Fabricaciones Militares, tiene un diámetro de crisol de 3,835 mm. y una altura útil de 18.000 mm.

Su diseño es del tipo autosoportado con blindaje enterizo. La mampostería de refractarios se realizó con ladrillos de carbono para las zonas de crisol y etalaje; el resto, en sílice aluminosa.

El sistema de refrigeración incluye cajas abiertas en vientre y cuba y película de agua sobre blindaje en crisol y etalaje.

El enhornamiento lo constituyen hematitas y sus aglomerados, con una ley promedio de 44% de hierro, caliza y dolomita, minerales de manganeso y escoria Thomas como aditivos, carbón vegetal como combustible. Se inyecta fuel-oil por toberas.

El viento llega a los 750°C como promedio, y 0,75 Kg/cm²; el gas en tragante alcanza 150°C y 200 mm. de columna de agua. Las escorias tienen un índice de basicidad de 0,85 ($\text{Ca} + \text{Mg} / \text{SiO}_2$) y el arrabio obtenido es Thomas. Cuantitativamente, la relación entre ambos productos es normalmente 1:1.

I.2. Desgaste durante la Primera Campaña

La disposición de las cajas de refrigeración permitió la detección del desgaste en cuba y vientre, pero sin llegar a arrojar datos sobre el estado del carbono, toda vez que la primera hilera de ellas, según se observa en Figura 1, se encuentra por arriba de la unión entre etalaje y vientre.

De cualquier manera, el conocido efecto de desgaste en las zonas adyacentes a la caja - menor en la superior y mayor en la inferior - y la dificultad en las apreciaciones y mediciones tomadas en ocasión de recambios, no permitieron deducir perfiles con un grado aceptable de exactitud que llevaran, eventualmente, a adoptar medidas preventivas acertadas.

Las tomas de temperatura sobre blindaje en vientre y cuba, fuertemente influenciadas por la formación de adherencias inestables, y las realizadas sobre etalaje y crisol con el inconveniente adicional de una necesaria y previa estabilización térmica suprimiendo la película refrigerante, tampoco fueron signo adecuado de avance de desgaste.

En forma imprevista, dados los elementos de juicio disponibles, se llegó a un enrojecimiento de blindaje, con pequeñas deformaciones, en una zona de aproximadamente 500 mm. x 500 mm. a la altura de lo que posteriormente se denominó nivel 4 de cápsulas radioactivas (Figura 1).

Abierto el blindaje en ese lugar se constató la ausencia total de refractario, tanto de silico-aluminoso como de carbono. Tomando medidas preventivas, la marcha del alto horno continuó por 180 días más mientras se alistaba lo necesario para su reparación integral.

Al mismo tiempo, se realizaron una serie de sondeos por piqueta de colada y escorieros con el fin de determinar el volumen y penetración de la salamandra formada. Puesto que el error que tal sistema introduce en la apreciación puede ser grande se ensayo el método de dilución isotópica, cuya descripción y resultado se exponen por separado mas adelante.

2. INSTALACION DEL SISTEMA RADIOACTIVO

En oportunidad de la reparación integral a que se ha hecho referencia, realizada en Octubre de 1967, se instaló un sistema radioactivo constituido por capsulas de Co 60, a fin de poder seguir el desgaste de refractario en el etalaje. Se adoptó un diseño de acuerdo a las conclusiones deducidas de la primer campaña del horno, al estudio del desgaste real observado luego del vaciado para su reconstrucción y a la experiencia que aportara la instalación de capsulas de Co 60 para la detección de desgaste en el mezclador de arrabio existente en la misma planta.

2.1 Diseño del Sistema.

El diseño del sistema se basó en las siguientes consideraciones.

- a) Se deseaba estudiar la proyección del desgaste solamente en la mampostería del etalaje.
En efecto, la zona de mayor desgaste del horno se ubicó en la union de etalaje y vientre, disminuyendo rapidamente hacia arriba a partir de la primera hilera de cajas; hacia abajo alcanzo proporciones importantes hasta plano de toberas. Por otra parte el etalaje no tiene cajas de refrigeracion, que permitan inferir, en una primera aproximación, el alcance del desgaste.
- b) Las mediciones de radioactividad debían ser hechas por personal de planta con un monitor Geiger - Muller de lectura rápida sencilla y de fácil interpretación.
- c) Dada la capacidad del AH la radioactividad a emplear se debía restringir a fin de lograr diluciones compatibles con la seguridad radiologica en arrabio y productos terminados. La producción de aceros comunes y de baja aleacion de Altos Hornos Zapla no se destina a industrias ligadas al manipuleo de material sensible - films, placas radiograficas, etc. ni a la fabricación de instrumental nuclear o de alta sensibilidad; por lo tanto los niveles de radioactividad crítica se

establecieron de acuerdo a los requerimientos de seguridad humana. Dicho nivel está fijado en 50 $\mu\text{C}/\text{Tn}$; con ésta base y las cantidades de arrabio por colada y en mezclador, se calcularon la intensidad y cantidad de cápsulas a instalar (4).

- d) La colocación, preparación y medición tendrá que reunir las mayores condiciones de sencillez.

2.2. Distribución de las Cápsulas

Teniendo en cuenta fundamentalmente los puntos a) y d) del apartado anterior, se resolvió distribuir las cápsulas en cuatro niveles entre los planos de toberas y el de unión etalaje-vientre (Figura 1).

Cada nivel fué dividido en cuatro zonas colocándose dos cápsulas en cada una; lo dicho en c) influyó en ésta disposición, acotando la cantidad de cápsulas.

La zona de ubicación se dispuso en la generatrices de toberas por ser esa la de mayor desgaste y se la desplazó 45° de un nivel a otro para abarcar las ocho toberas del horno.

La diferencia en la profundidad de las cápsulas con respecto a la cara interior de la pared de mampostería, obedece a las distintas intensidades de desgaste en función de la altura del etalaje y el pequeño desplazamiento entre ambas de cada par en los niveles 3 y 4, a razones de comodidad en la medición de la radioactividad a través del blindaje, como se explica a continuación.

2.3 Medición de la Radioactividad :

Un Monitor marca Nuclear de fabricación nacional, con detector Geiger-Müller y una precisión de $\pm 20\%$ ha sido suficiente para ajustarse a los requerimientos expresados en 2.1. b)

Pero teniendo en cuenta la precisión de lectura del monitor a usar se ensayaron mediciones desplazando las cápsulas respecto de la generatriz de referencia, toda vez que ubicándolas en un mismo radio, el arrastre de la primera debe provocar un descenso sustancial de la radioactividad en el punto de medida para permitir la detección de la caída con relativa seguridad. Dispuestas según la Figura 2, la desaparición de la cápsula "A" llevará la intensidad del punto "a" prácticamente a cero, evitando así dudas o confusiones. Debe tenerse en cuenta que estas medidas no serían tomadas por especialistas en radioisótopos, sino por personal de la planta. De acuerdo a los resultados se concluye que el par separado arroja lecturas de más fácil interpretación, compárese al respecto la curva de Figura 3,

Nivel 1, Posición 5 con la de Figura 4; Nivel 3. Posición 3 las impresiones de la primera pueden llevar a un enmascaramiento del arrastre. De otra manera tendría que haberse elevado considerablemente la actividad de la cápsula más interna.

Por otra parte, la separación entre cápsulas es lo suficientemente pequeña como para establecer desgaste sobre la generatriz de una tobera.

Una vez concluida la mampostería y ubicadas las cápsulas, se determinaron con el monitor los puntos de mayor intensidad sobre el blindaje, antes del encendido del alto horno - y se los marco soldando un trozo de caño. En razón de leyes de propagación, absorción y de heterogeneidad del material que atraviesa la radiación, no siempre dichos puntos coincidieron con el radio de ubicación de las cápsulas (Figura 1).

Dada la naturaleza estadística de la emisión radioactiva y la relativamente baja constante de tiempo del monitor, la aguja, durante las mediciones, oscila alrededor de una posición media. En las planillas de control se asentaron valores de $I_{\max}$ e $I_{\min}$ promediándolos posteriormente para su graficación.

2.4. Preparación de las Cápsulas

Para calcular las actividades, se recurrió a ensayos de absorción utilizando el mismo material a emplear en la reconstrucción de la mampostería. Estos ensayos se aprovecharon también para determinar las curvas de isodosis en la pared externa. (Figura 5).

Con el fin de simplificar la preparación de las cápsulas radioactivas se limitaron las actividades a cuatro distintos valores: 10, 5, 1,25 y 0,5 mc.

El sistema diseñado respondió así a los requisitos establecidos. En la Tabla 1 se detallan las cápsulas preparadas, y los valores iniciales de actividad en cada posición de medida.

Las cápsulas fueron preparadas de manera similar a las usadas para la detección de desgaste en el mezclador de arrabio, con la única diferencia de colocar Al_2O_3 en polvo como inerte dentro de la envoltura final en lugar de cuarzo. Esta preparación fue realizada en los laboratorios del SATI de la Comisión Nacional de Energía Atómica y su colocación supervisada por el Departamento de Seguridad Radiológica de dicha Comisión (5).

En la figura 5 se muestra la curva de atenuación de la radiación de $Co\ 60$, obtenida con bloques de grafito y una plancha de acero de 20 mm. de espesor dispuestos en el laboratorio con geometría similar a la pared del

alto horno. En la misma figura se muestran las curvas de isodosis obtenidas en dicho montaje experimental, para distintas profundidades de la fuente de Co 60.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

3.1. Curvas de Radioactividad

En las figuras 3 y 4 se han graficado valores de radioactividad en función del tiempo correspondientes a cuatro posiciones.

En la figura 3 se observa el caso de cápsulas dispuestas en el nivel 1 y 2. Las mismas para cada posición se encuentran ubicadas en el mismo radio. La caída de las mas interior se observa como un escalón relativamente corto en la única curva que corresponde a la sumatoria de actividad de las dos pastillas en la respectiva posición.

En la figura 4 se observa el caso de cápsulas del nivel 3 dispuestas en dos radios, hay pues dos curvas, para cada posición. En la posición 1 todavía no ha caído ninguna de las dos cápsulas, la radioactividad se mantiene. En la posición 3, la radioactividad correspondiente a la cápsula interna, curva (i), cae a cero en Mayo de 1968, la curva (e) correspondiente a la cápsula externa cae a cero a fines de Abril de 1969-. La pendiente de las curvas corresponde al decaimiento radioactivo del Co 60.

3.2. Curvas de Desgaste :

Con las fechas de arrastre de todas las cápsulas desprendidas hasta Agosto de 1969 y los espesores de mampostería que representan las posiciones de cada una de ellas, se trazaron cuatro gráficos (Figuras 6 y 7) demostrativos del desgaste en función del tiempo.

Es lógico esperar una corrección de las curvas en el momento de caída de las cápsulas que aún permanecen en el refractario, pero puede asegurarse que no variarán fundamentalmente sus inflexiones.

La cantidad de cápsulas radioactivas por zona, solamente un par, no permite una graficación ajustada del desgaste vs. tiempo, sobre todo teniendo en cuenta que la ubicación de ellas tuvo por fin la detección de espesores estimados como críticos en el refractario y no un estudio integral de velocidad de desgaste. Tal el caso del "nivel 4" ; allí se colocaron con poca diferencia de espesor y muy cerca de la cara externa; la caída casi simultánea de ambas indicaría haberse sobrepasado en esa posición la zona de estabilización o de rápido desgaste que normalmente sigue a la puesta en marcha, período que se tuvo en cuenta en las curvas correspondientes dándoles fuerte inflexión en los primeros meses. Se corrobora tal afirmación sobre todo en el "Nivel 1", del que es un ejemplo la Figura 6.

3.3. Perfiles de Desgaste

Con las curvas anteriores pueden deducirse perfiles de mampostería sobre generatrices de toberas en cualquier momento desde el arranque del horno hasta la última determinación, toda vez que a un valor de absisas - fecha sobre marcha - le corresponden en ordenadas los espesores de refractario de las distintas zonas de cada nivel. Se ejemplifican con los esquemas de las Figuras 8 y 9 dos perfiles, uno obtenido a los cuatro meses de marcha y el otro a los 22 meses.

El desgaste en vientre y parte de cuba se determinó en base a apreciaciones realizadas por cajas de refrigeración, coincidiendo con la evaluación por cápsulas en la zona de unión con etalaje.

4. CONCLUSIONES

El sistema ha permitido formar una idea clara del desgaste en sí y de su avance en el etalaje. Confirma, además, la importancia del mismo en la unión con el vientre y la rapidez con que esa zona se convierte en crítica.

Si bien el fenómeno era conocido, no se tenía evaluada correctamente la velocidad global del desgaste.

Actualmente se han tomado medidas para incrementar la refrigeración por película aumentando caudales y haciéndola permanente desde blindaje de vientre; a raíz de ello se mantiene la temperatura de coraza controlada no existiendo zonas con peligro de enrojecimiento.

5. DETERMINACION DEL VOLUMEN DE LA SALAMANDRA

Resulta de gran ayuda conocer el volumen de la salamandra y su grado de penetración, conocimiento que llevará a adoptar medidas correctas en la operación de evacuación de la misma, previa a una reparación integral.

5.1. Sondeo Manual y Análisis Dimensional por Conductividad Térmica :

El método de sondeo por piqueta y escoriero puede introducir errores gruesos en las apreciaciones de volumen, habiendo sido así, precisamente, en el caso del primer "relining" del Ah II de Altos Hornos Zapla.

El método por conductividad térmica requiere el conocimiento de temperaturas en la base del crisol para cuya medición no se estaba preparado ni era posible montar el sistema necesario.

Por tales motivos se ensayó el de dilución isotópica tratando de deducir sus alcances y posibilidades.

5.2. Dilución Isotópica

5.2.1. Principio del Método :

Si inmediatamente después de una colada del alto horno se introduce por piqueta una cantidad "m" de radioisótopos y se opera normalmente hasta la siguiente colada, "C₁", la dilución del radioisótopo, "D_{c1}", en esta colada será, llamando "Q_x" el peso de la salamandra y "Q_{c1}" el de la colada :

$$D_{c1} = \frac{m}{Q_x + Q_{c1}} \quad (I)$$

Continuando la operación del horno se realizará una segunda colada, C₂ con un peso de Q_{c2} en la cual la dilución del isótopo descenderá a:

$$\begin{aligned} D_{c2} &= \frac{m - \frac{m}{Q_x + Q_{c1}} \cdot Q_{c1}}{Q_x + Q_{c2}} = \\ &= \frac{m \cdot Q_x}{(Q_x + Q_{c1})(Q_x + Q_{c2})} \quad (II) \end{aligned}$$

Dividiendo las ecuaciones (I) y (II) :

$$\frac{D_{c1}}{D_{c2}} = \frac{Q_x + Q_{c2}}{Q_x}$$

de donde puede despejarse la cantidad buscada :

$$Q_x = \frac{Q_{c2}}{\frac{D_{c1}}{D_{c2}} - 1}$$

Q_{c2} es el peso de la colada tomado sobre caldero de arrabio líquido y la relación D_{c1} / D_{c2} es igual a la relación de conteo de dos muestras tomadas de las dos coladas sucesivas C₁ y C₂.

Este cálculo puede ser repetido sobre muestras de coladas sucesivas hasta que la dilución sea tal que resulta dificultosa la medición de las actividades.

Fundamentalmente, la validez del método se basa en las siguientes condiciones.

- a) Difusión del radioisótopo en forma homogénea y relativamente rápida en el seno de la salamandra y en el hierro de aporte del proceso.
- b) Muy baja o ninguna difusión en escoria de piquera y de escorieros.

El Fe^{59} reúne las condiciones requeridas con la ventaja adicional de una vida media corta, lo que posibilita su uso en cantidades que pueden llevar a sobrepasar en algo el nivel crítico de seguridad radiológica pues desaparecerá antes de que el producto llega a consumidores.

El radioisótopo fue preparado por irradiación de hierro en el reactor nuclear RA1, del centro atómico Constituyentes, con un flujo de 2×10^{12} n/cm² seg.

5.2.2. Detalles Principales de la Experiencia :

La introducción del radioisótopo, Fe^{59} , se efectuó por piquera en cápsula hueca de fundición con barreta, dispositivo que permitió depositarlo aproximadamente en el centro del crisol y con el mayor ángulo posible hacia abajo. Para la operación se detuvo la marcha del horno unos 15 minutos después de una colada en la que se estimó correcta la evacuación del crisol.

El período elegido fue de marcha normal, estable, con coladas que no presentaran dificultades. Se trató de evacuar por completo el crisol en las sangrías correspondientes a la experiencia.

Se tomaron muestras de arrabio y escoria de coladas. Por escorieros se muestrearon no solamente las escorias sino también el hierro que eventualmente las acompaña.

5.2.3. Resultados

En la Tabla II se han volcado, resumidos, los valores de radioactividades encontradas en las muestras y los datos necesarios para calcular el peso de la salamandra.

Se observa una diferencia relativamente grande entre los resultados que arrojan las primeras coladas con respecto al de la última.

Teniendo en cuenta que las deducciones hechas por sondeo manual asignaban a la salamandra un volumen de 80 Tn. se concluyó también en un primer momento, que el método caía en errores gruesos por defecto.

Realizado el drenaje previo a la reparación integral se colaron a playa solo 12 Tn. de arrabio líquido, removiendo luego del fondo del crisol unas 8 Tn. de arrabio sólido que no pudo ser evacuado normalmente.

Por otra parte, el volumen libre medido por debajo del plano de piquera de hierro, correspondiente al desgaste del fondo de crisol, dió un volumen correspondiente a una 50 Tns. de hierro líquido (salamandra).

5.3. Discusión del método

Los valores reales obtenidos durante el "relining" del alto horno obligan a una revisión de las posibilidades del método.

La diferencia entre el hierro resultante de la salamandra, 20 Tn. y el volumen de desgaste, 50 Tn. puede deberse al efecto mecánico de arrastre durante las coladas el que llevaría a evacuar por piquera parte de la salamandra. Probablemente muy notable en este caso, por cuanto se insistió en sopladitos violentos durante las sangrías previas al apagado tratando de lograr la mayor limpieza posible de crisol. Tal fenómeno pudo haber ocurrido también en el transcurso de la experiencia con el radioisótopo.

La falta de coincidencia del peso de salamandra deducido de las primeras coladas, alrededor de 5.5 Tns. y el de la última, 20 Tns. puede ser explicada por la influencia de los siguientes factores :

- Baja velocidad de difusión del radioisótopo en la salamandra en función de constante propia y de gradientes de temperatura en el seno de la misma.
- Forma de operar el alto horno durante la experiencia : no se tomaron las debidas precauciones para lograr muestras similares en todas las coladas o, eventualmente, no se evitó el soplado por piquera.

5.4. Conclusiones :

Es evidente la necesidad de realizar nuevas experiencias ya que éste primer ensayo, si bien no concluyente, aportó mayor aproximación sobre la cantidad de hierro en salamandra que el clásico sondeno manual y resultó de mucho más simple ejecución.

En el futuro habrá que considerar la posibilidad de efectuar el ensayo con horno más caliente - una marcha previa con agregado de carbón coque sería sumamente conveniente - tomando, al colar, las precauciones más arriba descripta.

BIBLIOGRAFIA

- (1) SCHEPERS Y LECHTIN
"Verschleissmessungen mit radioaktiven Isotopen an
Hochofenausmauerungen"
Stahl und Eisen - 79, 1959, -
- (2) Flosmann y Gleiden
"Erfahrungen bei der Messung des Mauer
Werkverschleisses von Hochöfen mit radioaktiven Isotopen
Stahl und Eisen - 80 - 1960
- (3) COURTOIS et Alt.
"Les problemes de Sécurité dans l'emploi des sources
radioactives pour l'étude de l'usure de revêtements ré-
fractaires "
CEA - PARIS - 1959
- (4) A. Metcalf
"The permissible amounts and use of radioactive cobalt
for detecting blast - furnace lining wear ".
Journal of the Iron and Steel Institute.
Marzo 1960.
- (5) Báez, Wortman, Zaretsky
"Estudio de desgaste de refractarios siderurgia usando
radioisótopos".
ABM - 1968

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la valiosa colaboración del Ing. Z. Zaretsky y del
Dr. E. A. Lavin de Cerámica Industrial Haedo en la preparación
de las cápsulas de cerámica.

TABLA 1

CAPSULA	m. c.	POSICION	Imp./min	CAPSULA	m. c.	POSICION	Imp./min.
0000		00		3101	0,5	31 I	3000
1101	0,5	11	1625	3110	1,25	31 I	242
1110	10,0			3301	0,5	33 D	235
1301	0,5	13		3310	1,25	33 I	2490
1310	10,0		1460	3501	0,5	35 I	3437
1501	0,5			3510	1,25	35 D	250
1510	10,0	15	1540	3701	0,5	37 D	3950
1701	0,5	17	1290	3710	1,25	37 I	285
1710		NO COLOCADA		4201	0,5	42 D	4100
2201	0,5	22	1020	4210	1,25	42 I	565
2210	3,0			4401	0,5	44 D	3300
2401	0,5	24	987	4410	1,25	44 I	1015
2410	3,0			4601	0,5	46 D	1035
2601	0,5	26	1325	4610	1,25	46 I	350
2610	3,0			4801	0,5	48 D	780
2801	0,5	28	1025	4810	1,25	48 I	503
2810	3,0			32		32	2400

TABLA II

<u>COLADA</u>	<u>PESO</u>	<u>RADIOACTIVIDAD</u>	<u>PESO SALAMANDRA</u>
No.	Tn	Opm / gr	Qx (Tn)
C1	26	90.9 $\pm$ 5	5.3
C2	19	19.6 $\pm$ 1	6.4
C3	25	3.91 $\pm$ 0.5	5.1
C4	27.8	0.6 $\pm$ 0.3	22.0
C5	37	0.22 $\pm$ 0.2	--
C6	-	0.01 a 0.09	--

ARRABIO DE ESCORIEROS

C1	0.2	0.1 a 0.2	--
C2	0.2	- a 0.1	--

ESCORIAS

-	-	- 0.1	--
---	---	-------	----

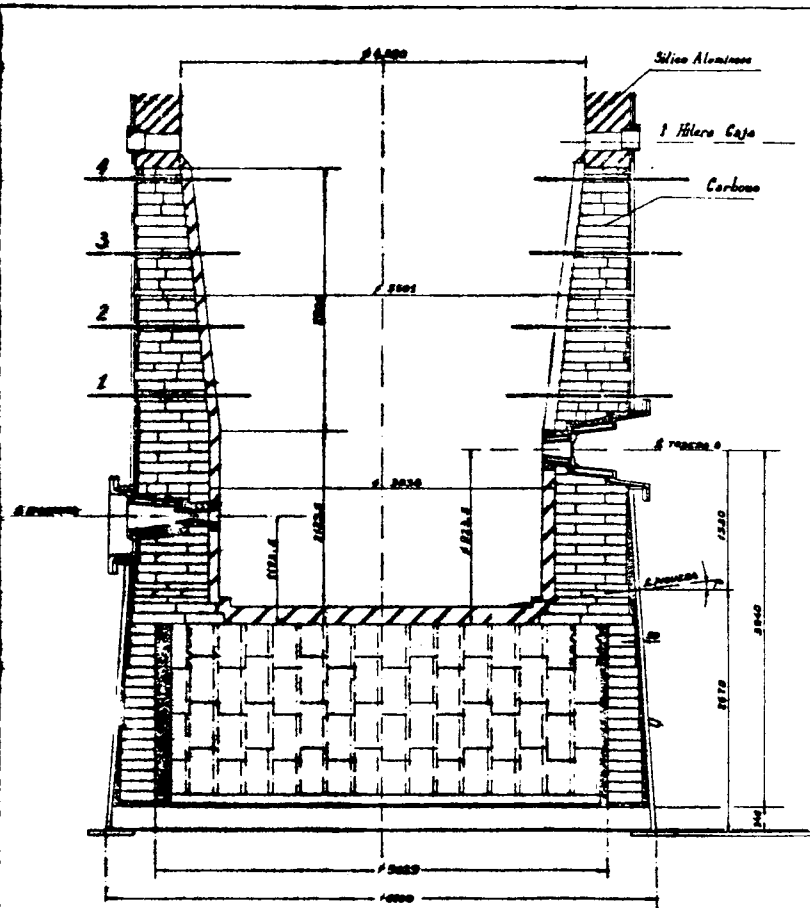
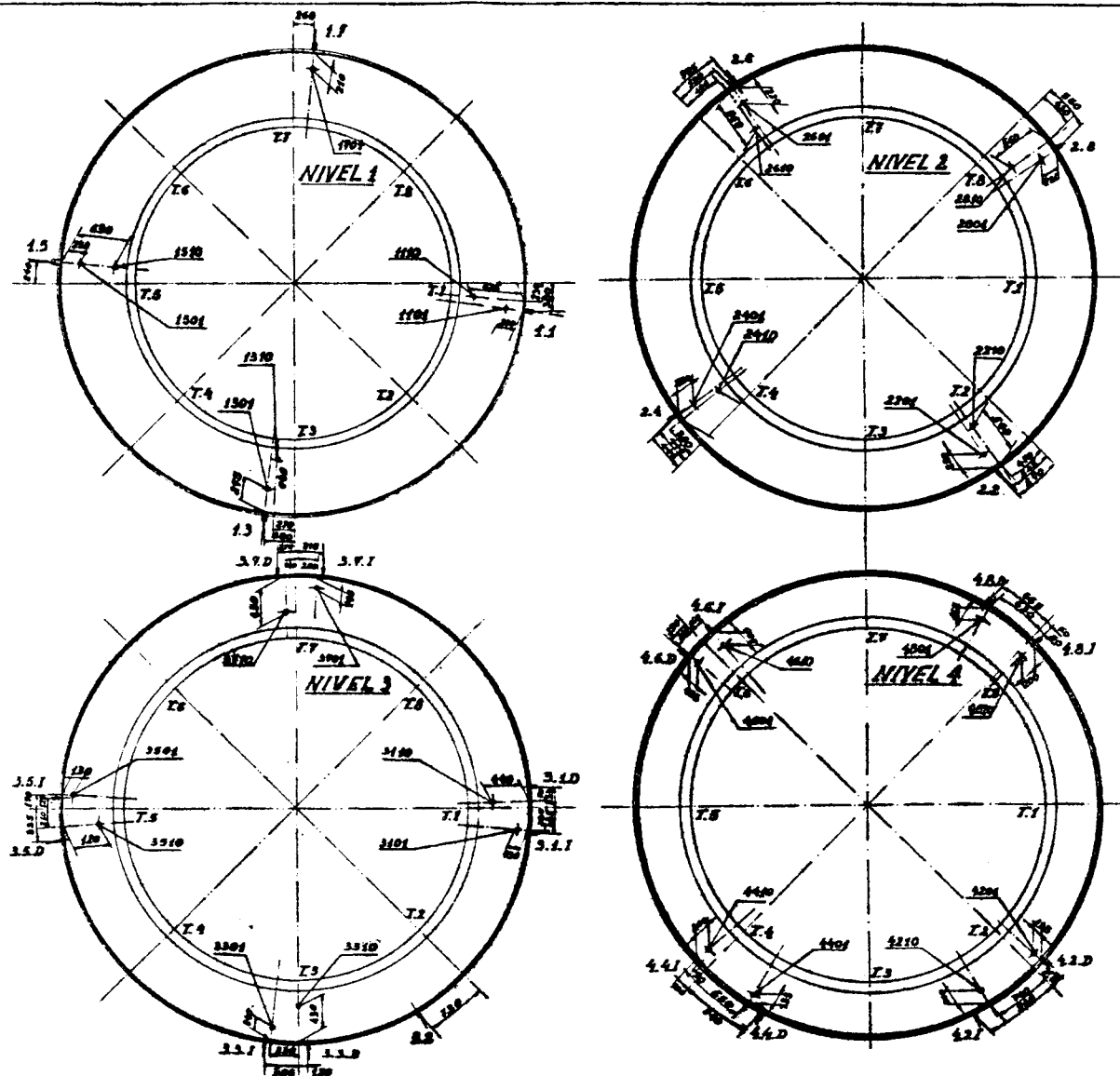


Fig. 1 : ALTO HORNO III
PLANTA de ARRANJO AHZ

UBICACION de CAPSULAS de COBALTO 60
ESCALA 1:25



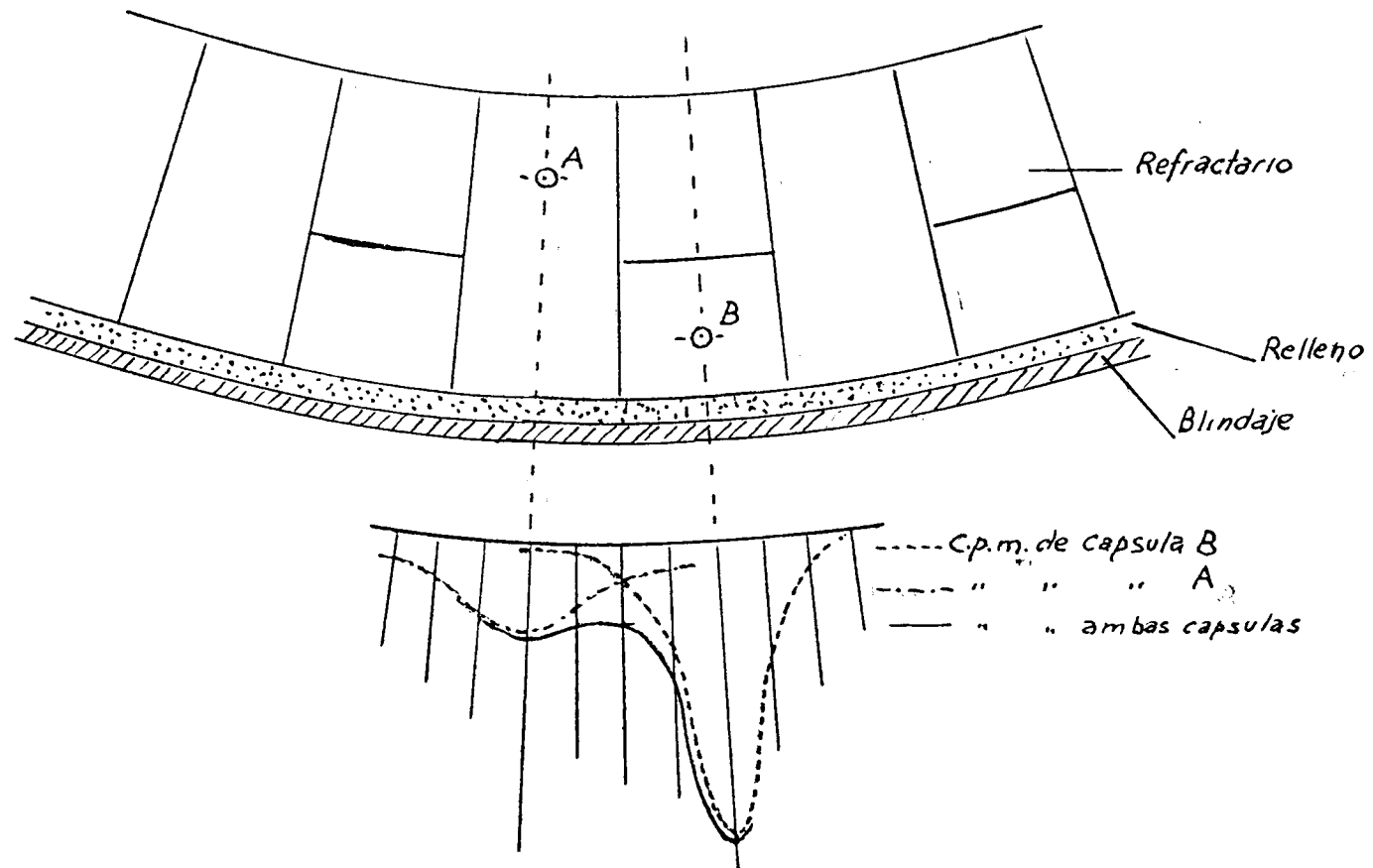


Fig. 2 : Curvas de Radioactividad

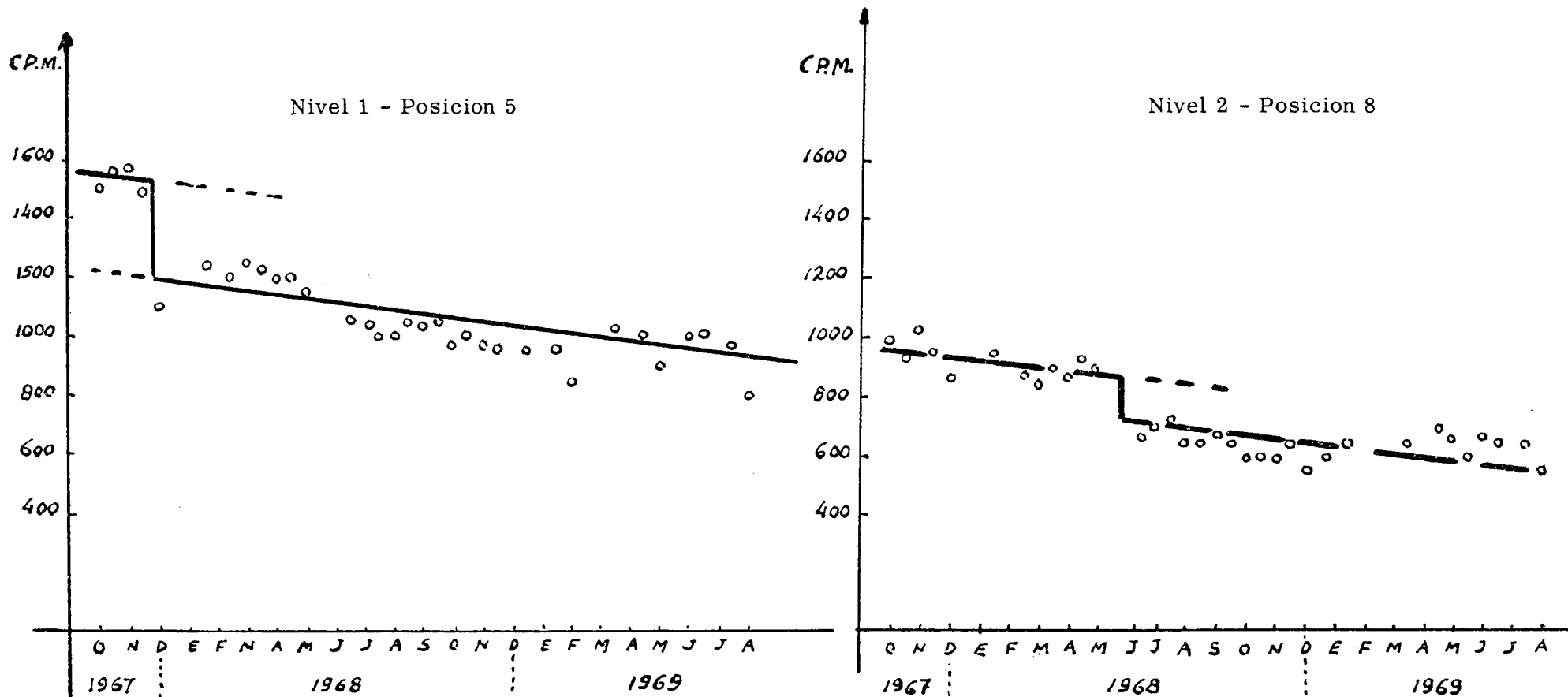


Fig. 3 : Curvas de medicion de radioactividad durante la marcha del alto horno. -

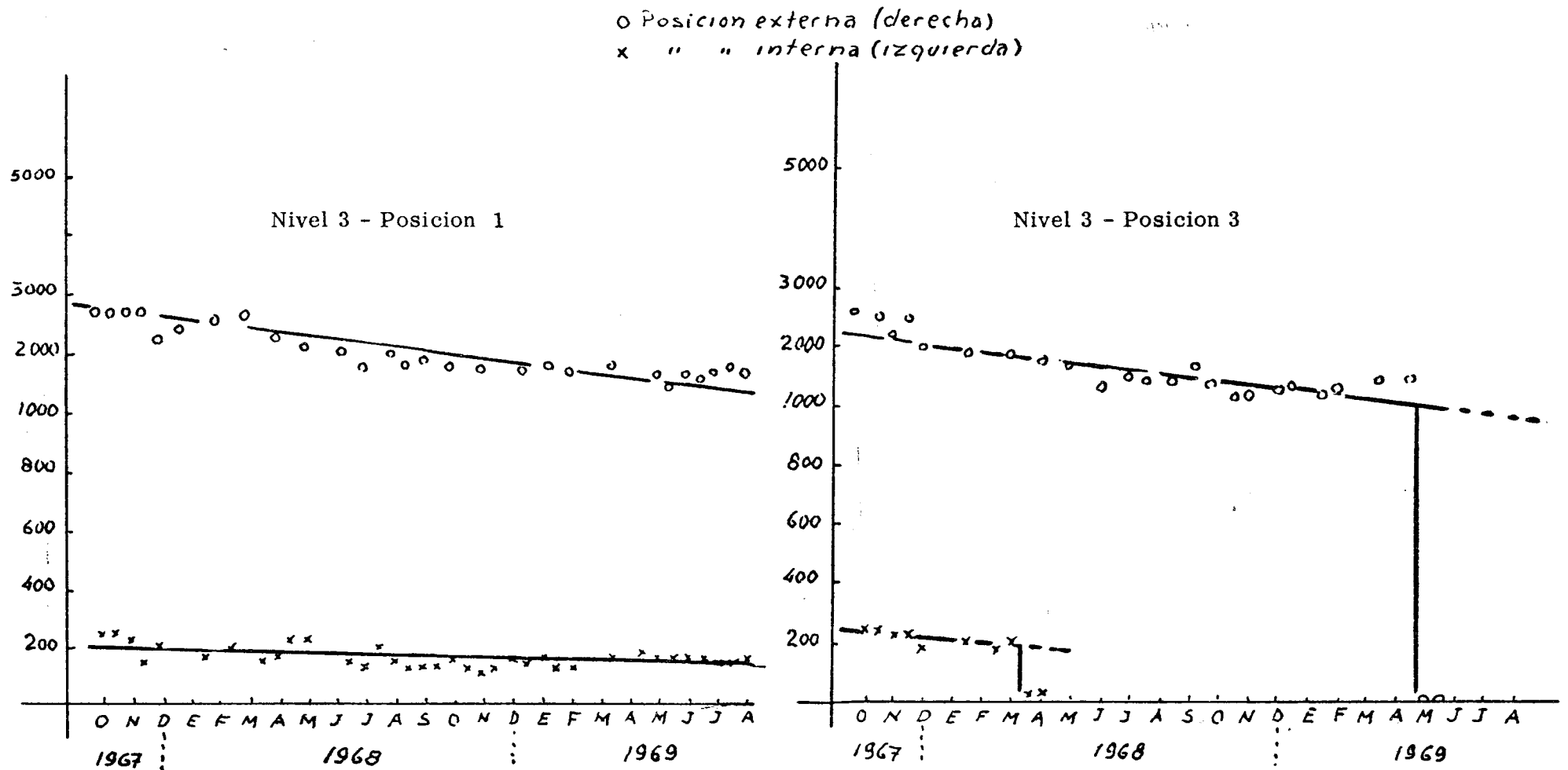
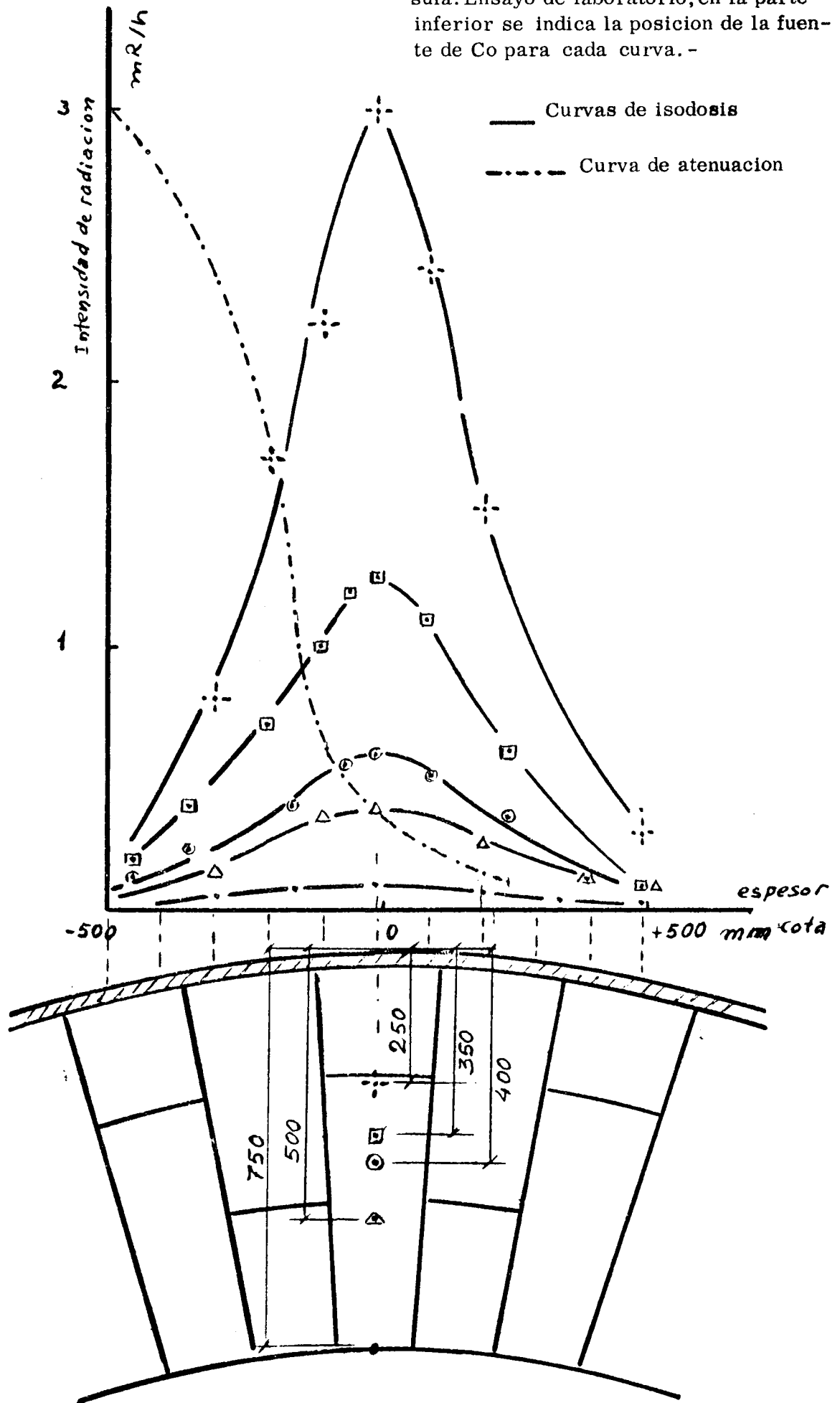


Fig. 4 : Curvas de medicion de radioactividad
durante la marcha del alto horno

Fig. 5 : Variacion de las curvas de isodosis en funcion de la profundidad de la capsula. Ensayo de laboratorio, en la parte inferior se indica la posicion de la fuente de Co para cada curva. -



—○— Pos 1-2 -.-+--- Pos 5-6
 -.-○-.- Pos 3-4 -.-□-.- Pos 7-8

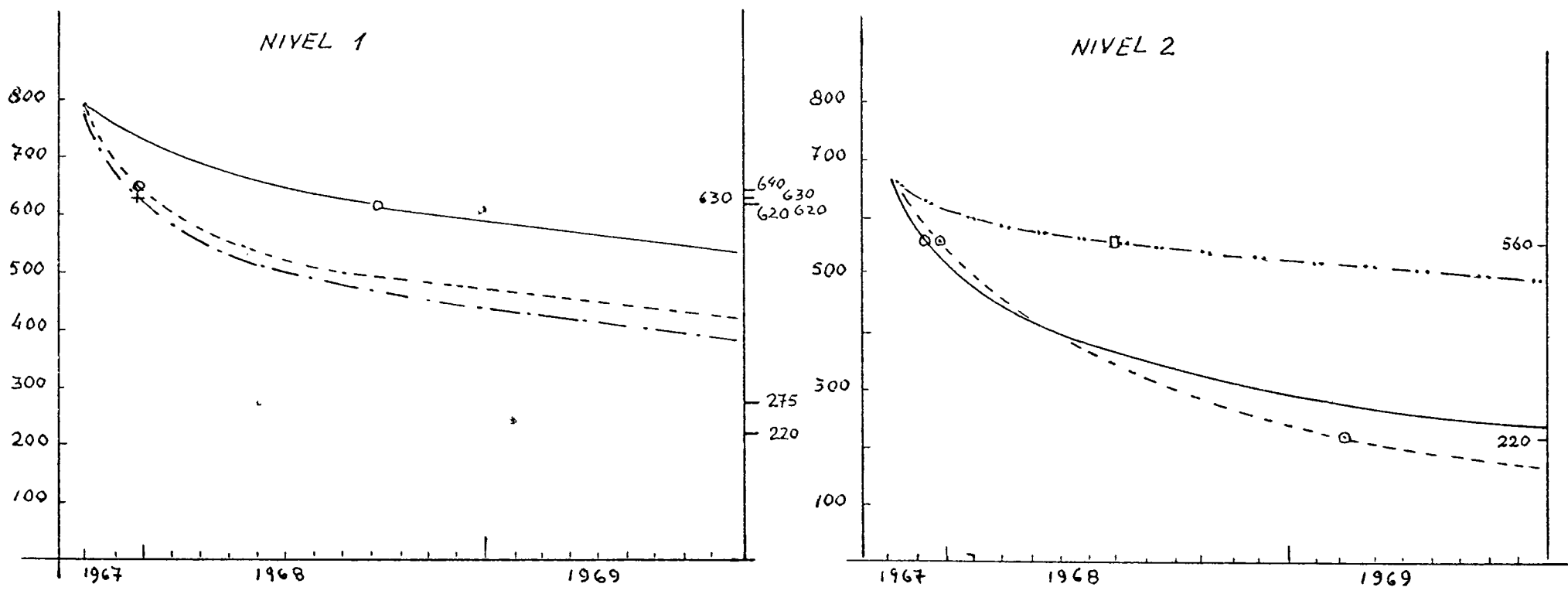
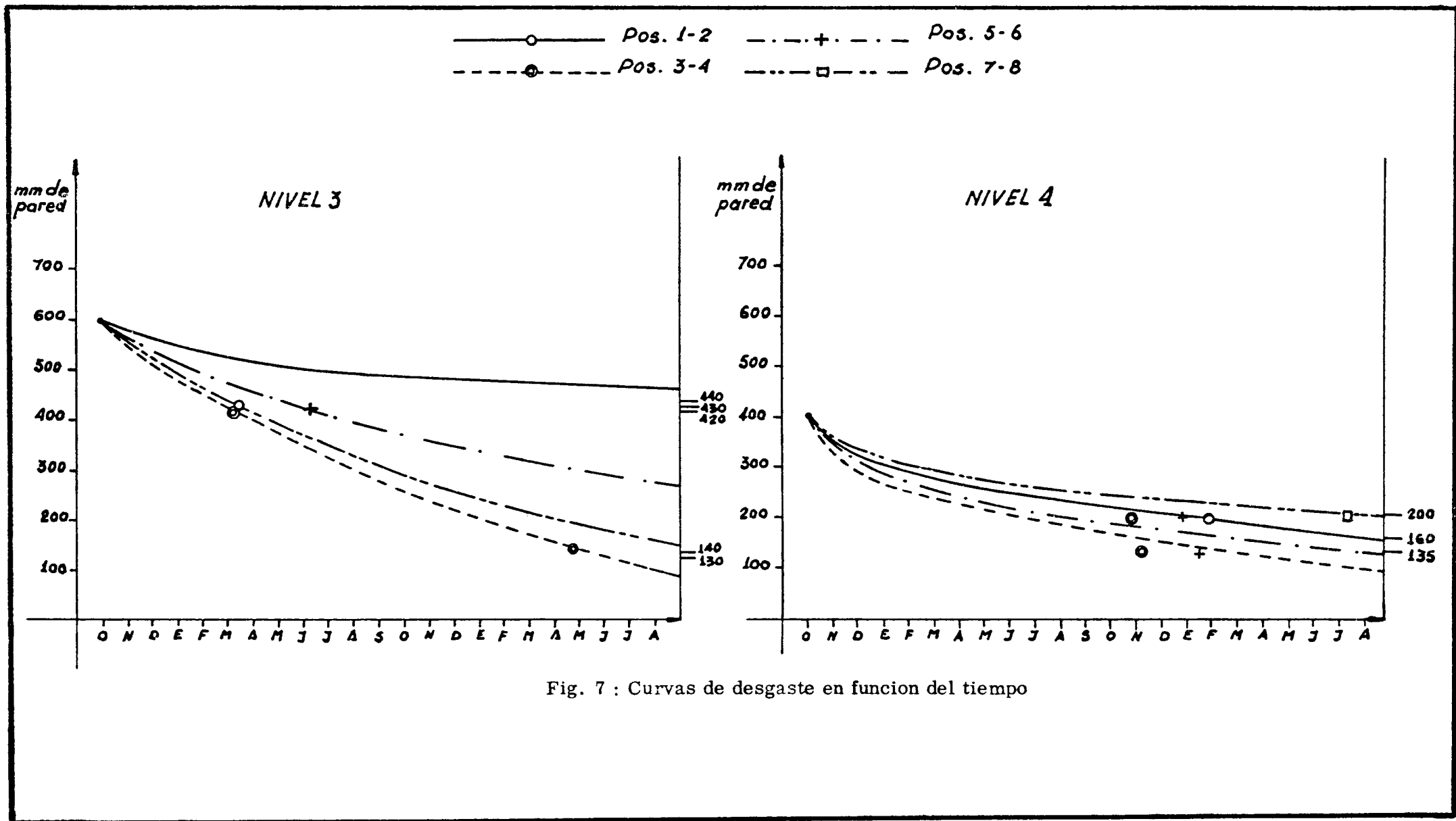


Fig. 6 : Curvas de desgaste en funcion del tiempo



Al 31 de Enero de 1968

POS. 5-1

POS. 6-2

POS. 7-3

POS. 8-4

Nivel 4

Nivel 3

Nivel 2

Nivel 1

Al 15 de Agosto de 1969

Nivel 4

Nivel 3

Nivel 2

Nivel 1

Fig. 8 : Prefiles de desgaste. - Corte vertical

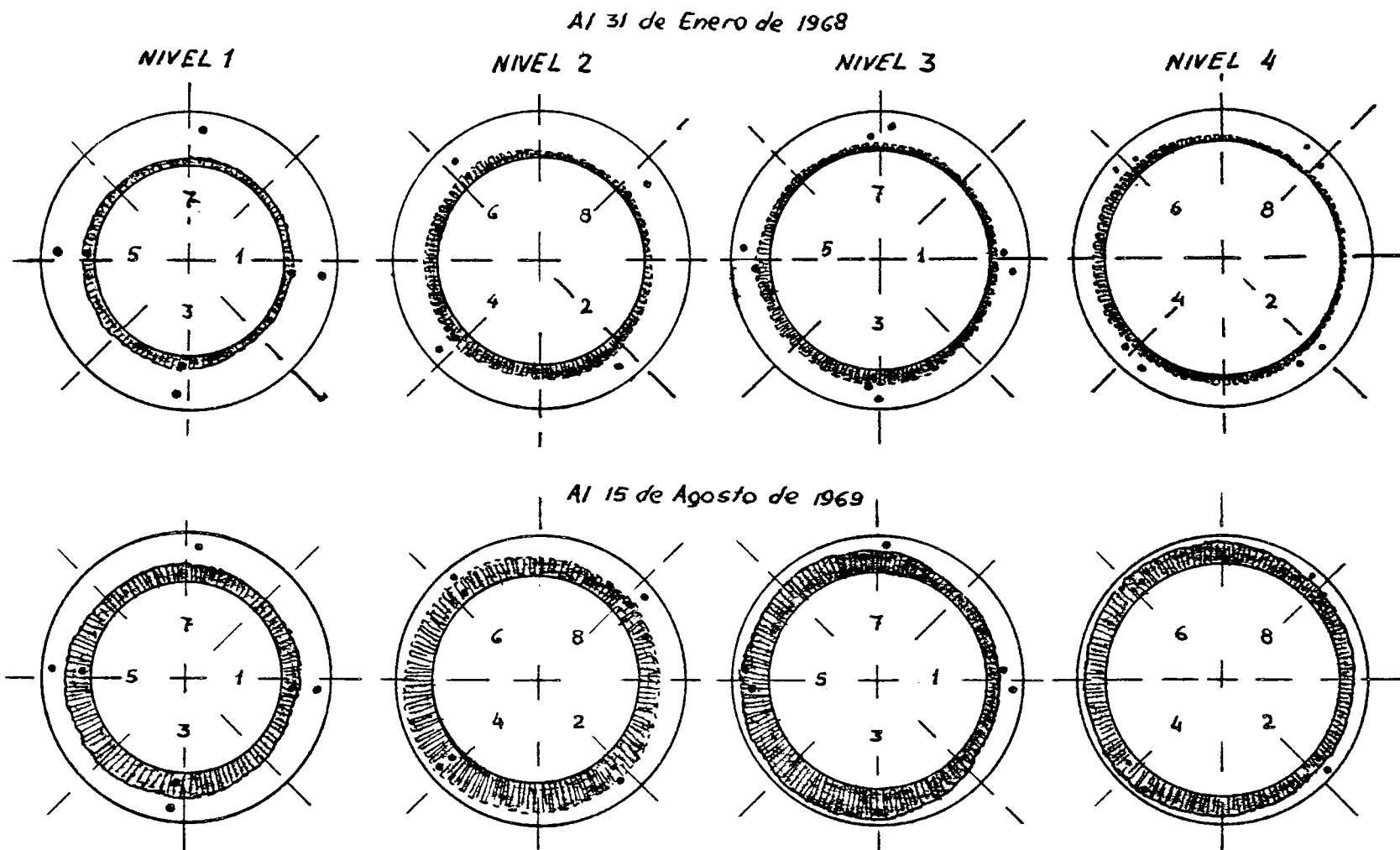


Fig.9 :Perfiles de desgaste. - Cortes horizontales