

# EVOLUCION DE LA DURACION DE LOS REVESTIMIENTOS REFRACTARIOS EN LA ACERIA L.D. DE ALTOS HORNOS DE VIZCAYA<sup>(1)</sup>

**E. BADIA**

Altos Hornos de Vizcaya, Baracaldo (Vizcaya)

## RESUMEN

Se describe la evolución de las variables metalúrgicas existentes en los convertidores de 110 t de A. H. V. y la consiguiente modificación de los revestimientos refractarios utilizados. El empleo de ladrillos magnesia-carbono en zona de muñones, el diseño con pieza única en el revestimiento de trabajo y un mayor control de la calidad del refractario y de su puesta en obra, han permitido una disminución del 50% en los consumos específicos de refractario que se sitúa de manera global, en lo que se refiere al revestimiento de trabajo y seguridad más masa de gunitado, en 4,5 kg/t acero.

### Evolution in the life of refractory linings in the L.D. steelworks of Altos Hornos de Vizcaya

A description is made of the evolution of the metallurgical variables existing in the 110t. converters of A. H. V. and, consequently, the modification of the refractory linings used.

The use of magnesia-carbon bricks in the regions of journals, the one-piece design in the working lining and a larger control of the quality of the refractory and its installation have brought a 50% decrease in the specific consumption of refractory, considered in a general way for linings for working and safety plus gunite mass, in 4.5 kg/t steel.

### Evolution de la durée des revêtements réfractaires à l'aciérie L.D. d'Altos Hornos de Vizcaya

L'auteur décrit l'évolution des variables métallurgiques dans les convertisseurs de 110 t d'A. H. V. et la modification consécutive des revêtements réfractaires utilisés. L'emploi de briques magnésie-carbone à l'endroit des tourillons, la conception à pièce unique pour le revêtement de travail et un plus grand contrôle de la qualité du matériau réfractaire et de sa mise en place ont permis de réduire de 50% les consommations spécifiques de matériau réfractaire qui, globalement, en ce qui concerne le revêtement de travail et de sécurité plus l'enduit de gunite, sont de 4,5 kg par tonne d'acier.

### Die Entwicklung der Lebensdauer feuerfester Konverterfutter im LD-Stahlwerk von «Altos Hornos de Vizcaya» (AHV).

Es werden die Entwicklung der in den 110 t-Konvertern von AHV vorliegenden metallurgischen Variablen und der durch sie bedingte Verschleiß der verwendeten feuerfesten Futter untersucht. Die Verwendung von Magnesia-Kohlenstoff-Steinen im Laufzapfenbereich, der Einsatz von aus einem Stück gearbeiteten Futter im Arbeitsbereich und eine strengere Kontrolle der Qualität der feuerfesten Stoffe sowie ihres Einbaus haben gestattet, den spezifischen Verbrauch an diesen Materialien um 50 Prozent zu senken. Dieser liegt derzeit in der Arbeits- und Sicherheitszone im Schnitt (einschließlich der Gunitierung) bei 4,5 kg je t Stahl.

## 1. INTRODUCCION

Altos Hornos de Vizcaya (A.H.V.) es una siderurgia integral situada a orillas del Mar Catábrico dentro del País Vasco.

Dispone de una capacidad de producción de acero de 1.200.000 t/año, destinada íntegramente a la producción de slabs que posteriormente son procesados en el tren de bandas en caliente de su factoría de Ansio y destinados a la venta o enviados a los trenes acabadores de las fábricas de Echevarri y Laminación de Lesaca, ambas pertenecientes a A.H.V.

Su acería consta de tres convertidores de 70 t de capacidad cada uno, que datan del año 1967. Son de construcción G.H.H. y de soplado por la boca (fig. 1).

En septiembre de 1984, han sido sustituidos por convertidores de 110 ts de capacidad, diseño Demag, de acuerdo con el Plan de Reestructuración Siderúrgica pasando a una producción de acero de 2.000.000 t/año (fig. 2).

La mezcla promedio de la carga metálica es:

- Arrabio . . . . . 80%
- Chatarra . . . . . 20%

El análisis y temperatura media del arrabio cargado a mezclador es:

- Carbono . . . . . 4,20 %
- Manganeso . . . . . 0,70 %
- Fósforo . . . . . 0,063%
- Azufre . . . . . 0,018%
- Silicio . . . . . 0,80 %
- Temperatura . . . . . 1.280°C

(1) Original recibido el 20 de junio de 1985.

Este análisis corresponde a arrabio desulfurado en cuchara torpedo por adición de carbonato sódico en una cantidad equivalente a 8 Kg/tn arrabio.

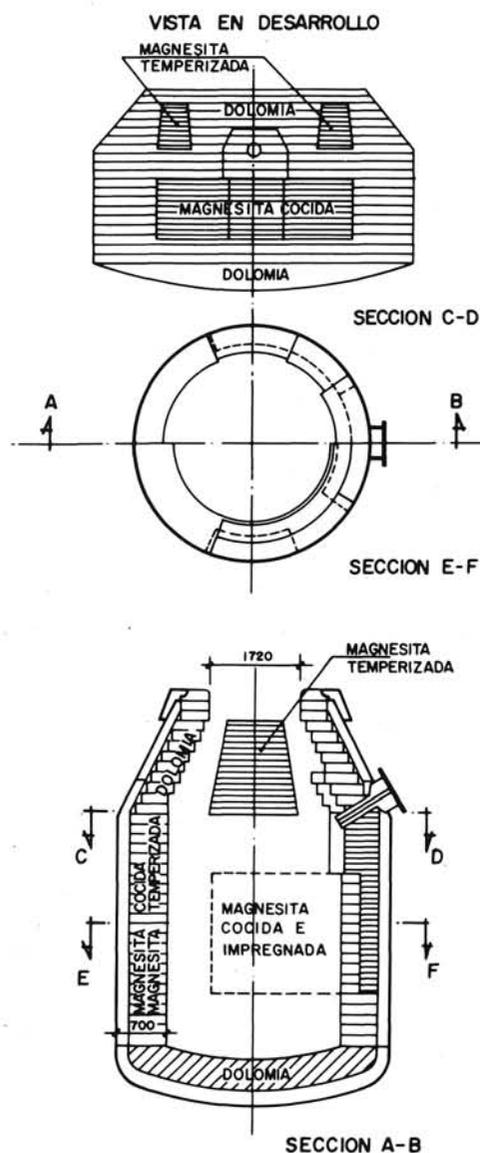


Fig. 1.—Revestimiento refractario convertidor 70 t. A. H. V.

Los tipos de acero producidos actualmente se dividen en:

|                      |     |
|----------------------|-----|
| — Acero efervescente | 80% |
| — Acero semicalmado  | 2%  |
| — Acero calmado      | 18% |

En general la calidad del arrabio es cambiante como consecuencia de la utilización de minerales nacionales ricos en fósforo, azufre y álcalis y como consecuencia de estos últimos componentes es necesario llevar una marcha ácida en el Horno Alto por lo que:

- Los niveles de azufre en el arrabio en cuchara torpedo, son altos
- Las escorias que entran en mezclador y a veces en el convertidor (a pesar del rableo) son muy agresivas.

Con esta situación, tónica general en el proceso de producción de acero de A. H. V., se va a analizar la evolu-

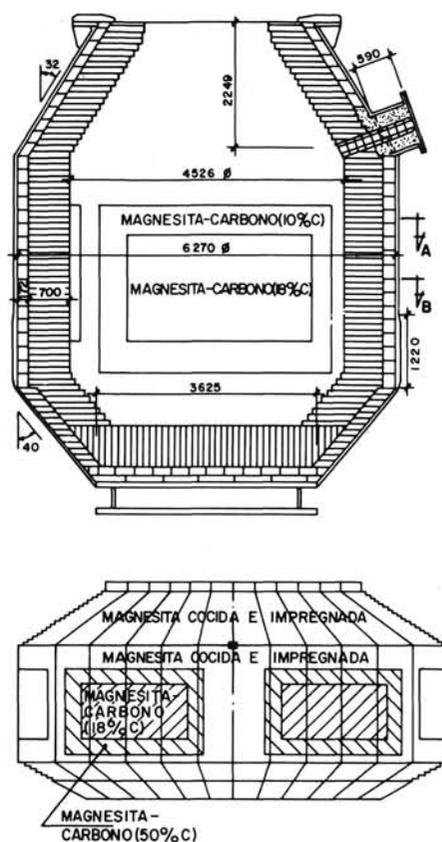


Fig. 2.—Revestimiento refractario convertidor 110 t. A. H. V.

ción experimentada en la vida de los revestimientos refractarios de convertidores en el periodo 1978-1983.

## 2. EVOLUCION EN MATERIALES REFRACTARIOS

Durante ese período, en A. H. V. y en general en toda la industria española, no se han observado cambios sustanciales en los tipos de materiales refractarios utilizados, solamente a finales del año 1982, el empleo de magnesita-carbono en zona de muñones, ha supuesto una novedad cuya influencia fundamental se ha dejado notar en un aumento del número de coladas por campaña y una disminución del consumo de masa de gunitar.

Al diseño de un revestimiento típico de un convertidor del año 1978-79 se le comenzaron a introducir las modificaciones siguientes:

### Revestimiento de seguridad

- Colocación de nervios metálicos y acañamiento de los ladrillos (antes ladrillos normales).
- Empleo de muñones de calidades de magnesita alquitranada equivalente a la del cilindro en su revestimiento de trabajo.
- Demolición con máquina Gradall para recuperar el revestimiento de Seguridad.

**Revestimiento de trabajo**

- Homogeneidad en el espesor del revestimiento, todo el cilindro en 700 mm y pieza única.
- Eliminación de masas de relleno entre revestimiento de trabajo y seguridad (salvo defectos de geometría).
- Especificaciones de refractarios de trabajo mejoradas de acuerdo con los suministradores, mejoras que se han concretado en:
  - Aumento de densidad (de 2,8 a 3-3,08)
  - Incremento de carbono residual (disminución del % de drenaje, aumento del carbono)
  - Preparación de nuevas normas de montaje y seguimiento
  - Empleo de magnesia-carbono en muñones a partir del 2.º semestre de 1982
  - Análisis de los desgastes a final de campaña
  - Control de los materiales llegados a Fábrica.

- Disminución del contenido en FeO en la escoria, situándose en cifras inferiores al 15%
- Disminución del 5% en S medio en el acero
- Aumentó la reactividad de la cal común y cal dolomítica

La mejora de calidad en el acero, implica mayores exigencias en el proceso y, por lo tanto, unas condiciones más severas para los revestimientos, a pesar de ello a partir de este período se incrementa, aún más, la vida del refractario y disminuye su consumo específico.

**4. RESULTADOS OBTENIDOS Y ANALISIS**

Las tablas I y II reflejan las evoluciones obtenidas en los cinco últimos años en:

- Número de coladas por campaña
- Número de toneladas fabricadas por campaña
- Consumo de refractario por t de acero
- Costo en pts. por t de acero
- Consumo de masa de gunitar por t de acero.

**Reparación por gunitado**

- Contratación de mano de obra (ver evolución de costos). El aplicador no es fabricante de masa de gunitar.
- Contratación de masas de gunitar de dos suministradores, con garantías de consumos (creación de competencia).

**3. EVOLUCION DEL PROCESO**

En la tabla II se representan las variables metalúrgicas que más afectan a la vida del refractario y la evolución experimentada a lo largo del período analizado.

Se pueden distinguir dos períodos:

- Años 1978-1980 en el que no hay grandes novedades en la evolución de las variables metalúrgicas.
- Año 1981, en adelante en que A.H.V. se plantea la necesidad de mejores exigencias en la calidad del acero.

En este período se realizan mejoras como:

- Mejorar rableo de escoria de horno alto. Baja el contenido en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

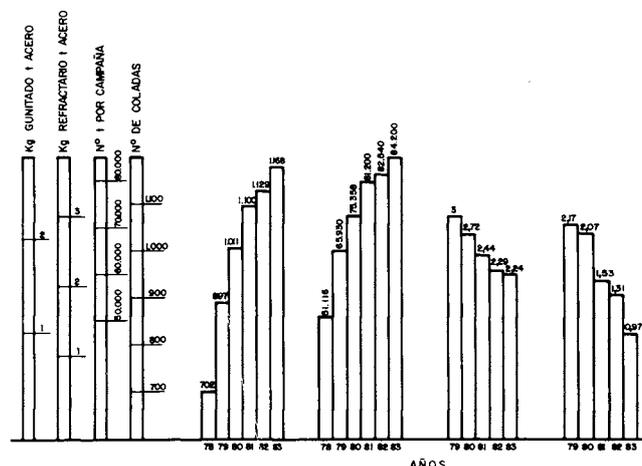


Fig. 3.—Evolución de consumo de refractarios en acería L.D.

Del análisis de estos cuadros se desprende que la evolución en la duración de la vida de los revestimientos es significativa, pasando de 702 coladas de media en 1978 a 1.168 en 1983, lo que representa un 66% de incremento.

TABLA I

CONSUMOS ESPECIFICOS Y COSTOS DE REFRACTARIO EN LA ACERIA L.D.

| CONCEPTO                       | AÑO 1978 |       | AÑO 1979 |       | AÑO 1980 |        | AÑO 1981 |       | AÑO 1982 |        | AÑO 1983 |        |
|--------------------------------|----------|-------|----------|-------|----------|--------|----------|-------|----------|--------|----------|--------|
|                                | kg/t     | Pts/t | kg/t     | Pts/t | kg/t     | Pts/t  | kg/t     | Pts/t | kg/t     | Pts/t  | kg/t     | Pts/t  |
| Refractario                    | 3,2      | 111   | 3        | 114   | 2,72     | 129    | 2,44     | 132,3 | 2,29     | 151    | 2,24     | 179,82 |
| Gunitado                       | 2,3      | 62    | 2,17     | 68    | 2,07     | 71     | 1,53     | 63    | 1,31     | 62,7   | 0,97     | 52,60  |
| Total refractario              | 5,5      | 173   | 5,17     | 182   | 4,79     | 200    | 3,97     | 195,3 | 3,60     | 213,7  | 3,21     | 232,42 |
| Mano de obra montaje           |          | 15    |          | 16    |          | 17     |          | 20    |          | 20,25  |          | 20,46  |
| Mano de obra gunitado          |          | 21    |          | 23    |          | 12,50  |          | 15    |          | 16,50  |          | 18,50  |
| Total mano de obra             |          | 36    |          | 39    |          | 29,85  |          | 35    |          | 36,75  |          | 38,96  |
| Total mano de obra refractario |          |       |          | 221   |          | 229,85 |          | 230,3 |          | 250,45 |          | 271,38 |

TABLA II

EVOLUCION DE LAS VARIABLES METALURGICAS EN LOS CONVERTIDORES L.D.

| AÑO  |                    | 78      | 79      | 80    | 81    | 82      | 83      | Enero/Marzo<br>84 |
|--|--------------------|---------|---------|-------|-------|---------|---------|-------------------|
| VARIABLES METALURGICAS                         |                    |         |         |       |       |         |         |                   |
| % Si Arrabio                                   |                    | 0,93    | 0,90    | 0,82  | 0,77  | 0,76    | 0,76    | 0,84              |
| % S Arrabio                                    |                    | 0,029   | 0,027   | 1,026 | 0,025 | 0,020   | 0,018   | 0,019             |
| Temperatura Arrabio (°C)                       |                    | 1255    | 1261    | 1265  | 1273  | 1281    | 1283    | 1280              |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % en la escoria |                    | 21,0    | 15,3    | 11,1  | 0,9   | 0,2     | 0,2     | 0,0               |
| Fe O % en la escoria                           |                    | 12,1    | 17,3    | 10,6  | 12,3  | 7,7     | 10,4    | 16,9              |
| CaO/SiO <sub>2</sub>                           |                    | 14,5    | 8,7     | 9,3   | 6,7   | 5,7     | 1,2     | 3,3               |
| C en parada                                    |                    | —       | —       | —     | 3,5   | 1,6     | 7,9     | 7,8               |
| Temperatura fin de soplado 1630 (°C)           |                    | 27,4    | 33,2    | 35,5  | 35,4  | 34,0    | 37,8    | 31,5              |
| Coladas resopladas (% sobre total)             |                    | 20,0    | 22,1    | 19,5  | 16,3  | 18,6    | 17,9    | 19,7              |
| % S medio en acero                             |                    | 0,019   | 0,019   | 0,018 | 0,016 | 0,013   | 0,013   | 0,013             |
| Cal  | 2 minutos          | 100/120 | 100/130 | 200   | 230   | 250     | 280     | 280               |
| Común  | 10 minutos         | 300/340 | 320/350 | 380   | 380   | 380/400 | 380/400 | 380/400           |
| Cal  | 2 minutos          | 20/30   | 20/30   | 20/30 | 230   | 120     | 120     | 120               |
| Dolomítica                                     | 10 minutos         | 100     | 100     | 100   | 360   | 180/120 | 220     | 220               |
| Consumo  | (t/año)            | 2133    | 1420    | 1600  | 1582  | 610     | 945     | 1190              |
| de Espato                                      | kg/t acero líquido | 2,02    | 1,25    | 1,39  | 1,34  | 0,50    | 0,77    | 2,07              |

El consumo total de refractarios ha pasado de 5,5 kg/t de acero a 3,21 kg/t, acero, lo que representa una disminución del 41,5% siendo las incidencias más importantes el menor consumo de masa de gunitar que de 2,3 kg/t en 1978 pasa a 0,87 kg/t en 1983 (— 58%) y el consumo de revestimiento de seguridad que pasa de 0,6 kg/t en 1978 a 0,3 kg/t en 1983 (— 50%).

En el capítulo de costos se ha pasado de 221,55 ptas./t acero en 1978 a 271,38 pts./t acero en 1983, teniendo en cuenta la inflación habida (60%) el costo referido a ptas. de 1983, ha experimentado una disminución del 24%.

La evolución de las variables metalúrgicas durante el período 1978-1984 se recogen en la tabla II.

Se observará que el período que corresponde al empleo de magnesia-carbono ha incrementado sus duraciones, pero no espectacularmente; esto es como consecuencia de haber coincidido el último trimestre del año, con un período problemático del horno alto 2A de 9,5 m. de diámetro de crisol (fin de campaña), en el que se dispersan los contenidos de azufre, fósforo y silicio en el arrabio, los análisis del mismo son muy irregulares experimentando variaciones sensibles entre colada y colada, por lo que provoca una situación igualmente irregular en la Acería LD.

## 5. CONCLUSIONES

Es evidente que los niveles en que se sitúa A.H.V. en relación con las duraciones y consumos específicos de refractarios de convertidores son susceptibles de mejora, pero lo que es innegable es que la evolución, en todos sus conceptos, ha sido positiva en estos últimos años.

Los factores decisivos que han hecho posible estas mejoras son:

- Desde el punto de vista refractario:
  - Especificaciones de refractarios más exigentes

con una gran colaboración por parte de los suministradores.

- Empleo de magnesia-carbono en zona de muñones.
- Mejoras introducidas en el revestimiento de seguridad.
- Desde el punto de vista proceso:
  - Mejora de la reactividad de la cal común y de la cal dolomítica.
  - Mayores exigencias al personal en la ejecución de protección del revestimiento por bañados de escoria.
  - Mejora y control de la cumplimentación de las prácticas operativas de proceso ya existentes.
- Desde el punto de vista de actuación general:
  - Un seguimiento exhaustivo de consumos específicos y costos de los materiales refractarios.
  - Una gran comunicación entre departamento usuario, departamento de refractarios, servicio de compras y suministradores con un objetivo común: mejora de calidad del acero e incremento de la disponibilidad de convertidores y reducción de costos.

## 6. PREVISIONES FUTURAS

Los aceristas y refractaristas españoles están a la expectativa de los desarrollos tecnológicos mundiales.

Los nuevos materiales refractarios para convertidores se centran en el desarrollo de aditivos antioxidantes en los refractarios de magnesia-carbono.

Las pruebas realizadas en Japón de ladrillo de magnesia-carbono con diferentes contenidos de SiC puede ser uno de los pasos siguientes en nuestro programa de mejoras sin olvidar nunca la correcta ejecución de las prácticas operativas de proceso.