

“CARACTERIZACION DE ATMOSFERA SOBRE EL BAÑO EN LOS HORNOS CUCHARA DE SIDERAR”¹

Raúl López y Gerardo Rodríguez²

Jaime Usart y Roberto Muñoz²

Ariel Rapetto, Roberto Ares, Adolfo Gómez y Jorgelina Pérez²

Wadi Chiapparoli, Guillermo Traglia y Elena Brandaleze³

RESUMEN

En el año 1995 SIDERAR introdujo en el proceso de su acería un Horno Cuchara con el objeto de disponer de un pulmón entre sus convertidores LD y la colada continua de desbastes como una herramienta para asegurar los requerimientos de homogeneidad térmica y química, así también como la limpieza que exigía el proceso de la colada continua.

Un talón de Aquiles del nuevo proceso introducido por el horno cuchara fue evitar la reoxidación durante los largos períodos de agitado usuales en estos equipos. El diseño de la bóveda de los hornos cuchara, junto a las instalaciones de captación y tratamiento de humos, son factores que inciden de manera relevante en la atmósfera sobre el baño metálico.

Teniendo en cuenta que el acero durante estas etapas del proceso puede quedar expuesto a situaciones de reoxidación, por apertura de un “ojo” en la escoria, sobre todo en aquellos casos en que se requiere agitado intenso, SIDERAR ha procedido a un plan de mediciones periódicas de los contenidos de oxígeno y monóxido de carbono. El mismo permitió caracterizar la atmósfera sobre el baño y adoptar así las acciones correctivas tanto en el diseño de los equipos como en las prácticas operativas, orientadas a minimizar el ingreso de aire para evitar el mencionado problema.

Palabras clave: **horno cuchara, bóveda inerte, control de atmósfera.**

¹ Contribuição Técnica apresentada no XXXV SEMINÁRIO DE FUSÃO, REFINO E SOLIDIFICAÇÃO DOS METAIS, Salvador, BA, 17 a 19 Maio de 2004

² Siderar SAIC, Casilla de Correo 801, 2900 San Nicolás, Prov. de Buenos Aires, Argentina – Gerencia de Tecnología – Operación y Mantenimiento de Acería

³ Instituto Argentino de Siderurgia, Av. Central y Calle 19 Oeste, 2900 San Nicolás, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

1. INTRODUCCION

SIDERAR produce aceros de bajo y medio carbono destinados a la producción de chapas laminadas en caliente y frío en calidades comerciales, estructurales microaleados y API. El proceso de fabricación del acero es el de una planta integrada siguiendo la ruta: Alto Horno - Acería al oxígeno – Metalurgia secundaria y Colada continua de desbastes.

Atendiendo las crecientes demandas de calidad y productividad el proceso y las instalaciones involucradas con la metalurgia secundaria fueron continuamente evolucionando. Hasta el año 1994 sólo se disponía de una estación de tratamiento de homogenizado a través de agitado de argón en cuchara, con pequeñas adiciones y ajuste de temperatura que sólo se hacía mediante el agregado de chatarra al acero que se colaba siempre sobrecalentado.

Con el objeto adicional de mejorar la capacidad de desulfuración, la limpieza de los aceros y reducir la temperatura de colado en el convertidor, en 1995 se instala un Horno Cuchara (**LF**) de 35 MVA de potencia. Tan solo en medio año el 100% de la producción se procesaba en el nuevo Horno Cuchara.

En el año 1999 se agrega al proceso una nueva estación de tratamiento denominada “Trimming Station” (**TS**) con el objeto de flexibilizar la operación del Horno Cuchara por el incremento de la producción y mayores exigencias de calidad. Esta nueva estación tiene la función de globulizar y hacer flotar las inclusiones para culminar la limpieza mediante el tratamiento con calcio y agitado suave con argón.

Durante las mencionadas transformaciones fue un objeto conocer y mejorar las condiciones de oxidación dentro de las atmósferas tanto del **LF** como de la **TS**. En el año 2002 se realizó la última reforma de la bóveda del **LF**, en busca de mejorar y consolidar las condiciones de inertización. En ese marco, se comenzó un estudio basado en mediciones del contenido de oxígeno (O₂) y monóxido de carbono (CO) en las atmósferas sobre el baño metálico de dichos equipos. Estas determinaciones fueron acompañadas por medición de caudal de humos en los conductos de aspiración de las dos bóvedas **LF** y **TS**, a fin de complementar la caracterización en lo referente al control del medio ambiente.

En el presente trabajo se analizan los cambios en las características de la aspiración, se evalúa la influencia sobre los parámetros de operación por las reformas de la bóveda del **LF**, se presentan las caracterizaciones de contenidos de oxígeno en la atmósfera sobre el baño y de caudales de humos en conductos de aspiración, así como las conclusiones obtenidas.

Las mediciones efectuadas permiten tener caracterizada la situación actual, apuntando a adoptar acciones correctivas en las prácticas operativas, así como tener una base comparativa ante futuras modificaciones tendientes a disminuir la oxidación.

Con relación a los resultados metalúrgicos del proceso completo del tratamiento secundario se han realizado otras recientes publicaciones indicadas como [6] y [7] en el listado de referencias.

2. DISEÑOS DE LAS BOVEDAS

En la figura 1 se observan los diseños y dimensiones de las bóvedas del LF y TS.

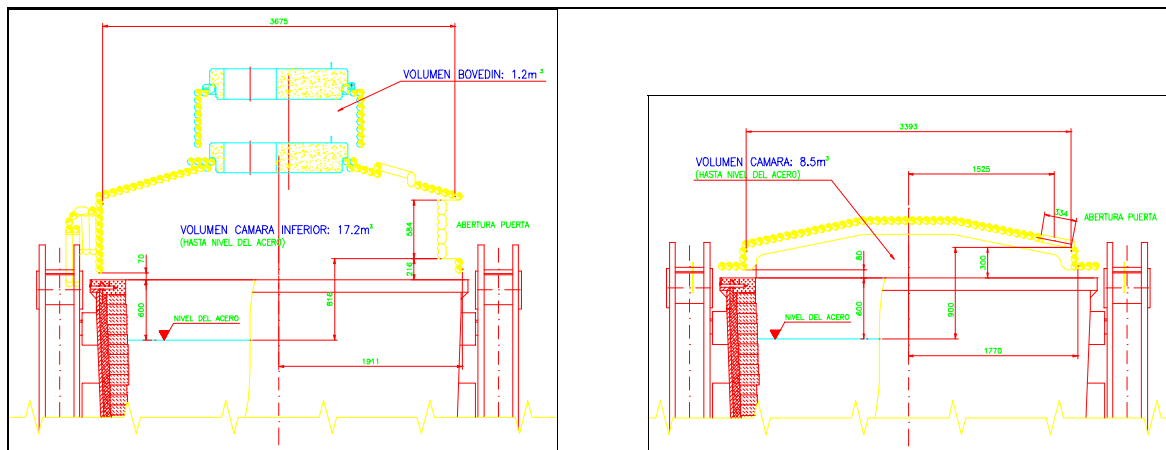


Figura 1. Diseño de las bóvedas del Horno Cuchara y la Estación de Tratamiento.

El diseño de la bóveda modificada del LF, fue realizado con el criterio de minimizar el ingreso de aire externo durante el tratamiento. Por ello cuenta con dos sistemas de aspiración de humos: El sistema de aspiración perimetral (que es el mayor), el cual en forma balanceada aspira los humos que tratan de escaparse de la bóveda a lo largo de todo su perímetro externo. De esta manera se ve dificultado el ingreso del aire externo por contracorriente, y entonces el mismo es obligado a ingresar como aire falso en la aspiración perimetral y así no puede ingresar a la bóveda. La aspiración superior es la realizada para captar aquellos humos que no pudieron ser captados por la aspiración perimetral.

En el caso de la aspiración superior se cumplen dos conceptos: a) Minimizar el efecto chimenea a través de reducir la altura de la cámara de la bóveda, por ello la necesidad de contar con un delta de refractario inferior que haga las veces de un cielorraso de resistencia al escape y b) El bovedín superior no debe estar herméticamente soldado a la bóveda, para no crear una excesiva atmósfera de presión negativa en esta zona, por ello la misma posee una ventana de vinculación con el medio exterior que además permite el ingreso de aire externo, que facilita el arrastre de los humos que pudieron escapar desde el delta inferior. En cuanto a la bóveda original de puesta en marcha, la misma no poseía en su diseño la disponibilidad del delta refractario inferior, lo cual producía un gran efecto chimenea que inducía el ingreso de aire externo. Por ello no permitía tener una atmósfera de bajo porcentaje de oxígeno durante el tratamiento. Esta bóveda fue posteriormente modificada agregándole el delta inferior, y en la actualidad se cuenta además el bovedín superior removible que facilita el cambio de los deltas refractarios.

En la figura 2 se muestra el principio de funcionamiento de la bóveda del LF en cuanto a la aspiración de humos y también se indica la separación máxima de 70 mm entre la bóveda y el labio de la cuchara, factor clave para asegurar el menor nivel de ingreso de aire. Mayores separaciones impiden lograr una atmósfera de

bajo contenido de oxigeno y menores separaciones ponen en peligro de soldadura por el salpicado del acero durante el agitado con argón fuerte. Se ha adaptado al sistema de elevación de la Bóveda un sistema de detección de labio de cuchara sucio mediante sensores de carga, que en el caso que la bóveda toque algún chanco en el labio de la cuchara, automáticamente la bóveda se eleva hasta tanto vuelva a sensor carga. En la figura 3 se puede ver en un trending el comportamiento de este sistema.

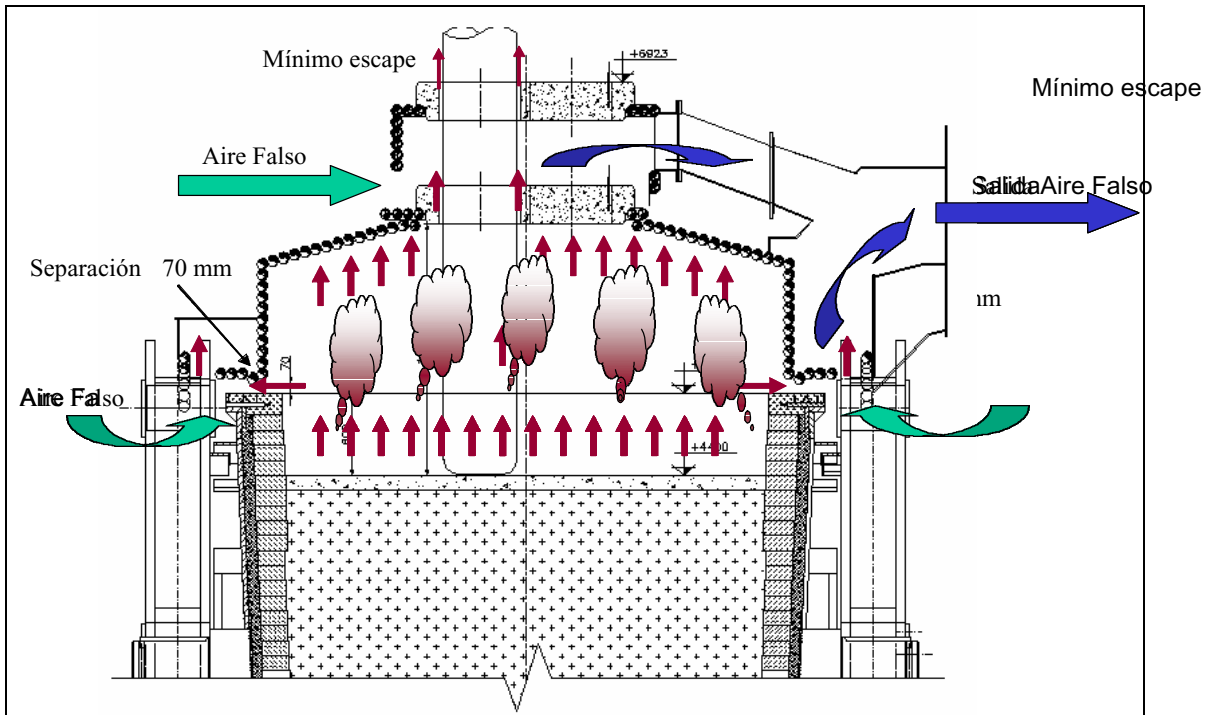


Figura 2. Esquema de aspiración de la Bóveda del LF.

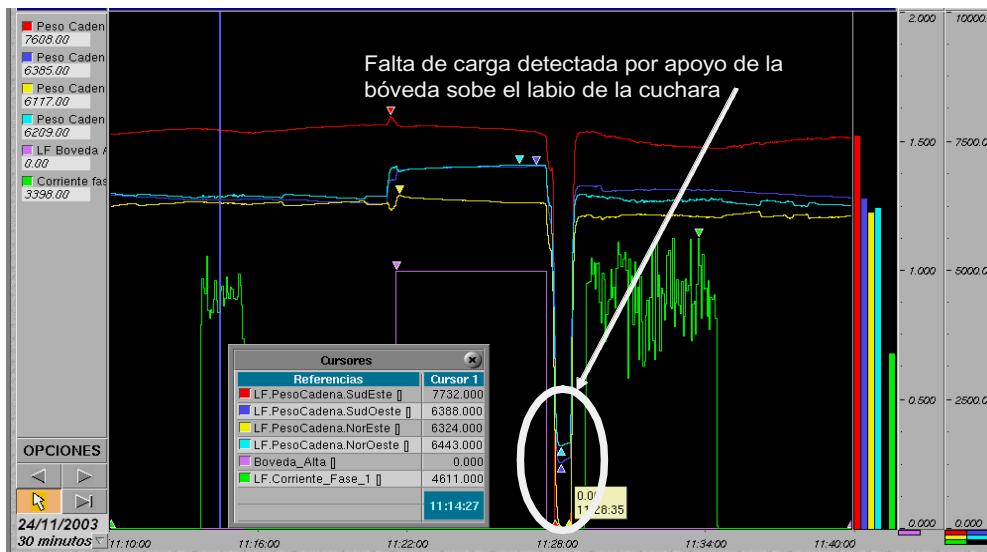


Figura 3. Sistema de detección de labio de cuchara sucio.

Con referencia al aspecto constructivo de la bóveda del **LF** su nuevo concepto consiste en disponer de 2 Deltas Refractorio Monoliticos, uno superior que se apoya sobre el bovedín y otro inferior que se apoya sobre un Panel Flotante. El Bovedín superior es de rápido y fácil recambio mientras que el Panel Flotante facilita su centrado con los electrodos cuando debe producirse su reemplazo. En la figura 4 se muestra el criterio sobre como se disponen los distintos componentes que constituyen esta bóveda.

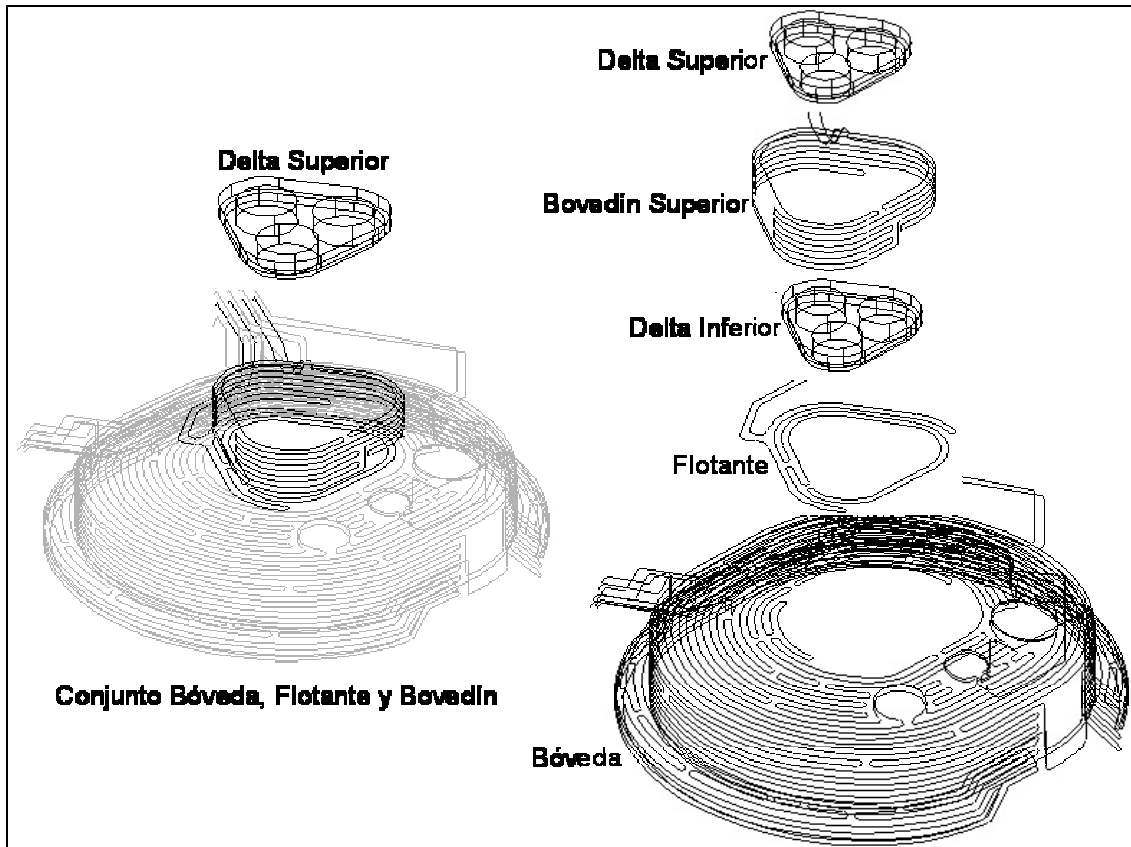


Figura 4. Disposición de los componentes de la Bóveda del Horno Cuchara.

3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ASPIRACION DE HUMOS

El **LF** y la **TS** disponen de un propio sistema de aspiración de humos que cuenta con un Bag House de 150 Nm/h.

Como las dos bóvedas trabajan en paralelo y ante variados escenarios de tratamiento, se ha dotado para cada una de ellas su propia válvula modulante las cuales son operadas en forma totalmente automática.

Para ello como muestra en el cuadro (Seteo de aspiración) de la figura 5 (Mímico del sistema de aspiración), donde se enuncian todas las alternativas de funcionamiento o de compuertas abiertas. Se le asigna un valor ponderal según cuales de ellas están activas y la sumatoria de estos valores indica que porcentaje de apertura se deben posicionar cada una de las 2 válvulas modulantes. Con la

experiencia practica, estos valores ponderales se van ajustando según las observaciones y mediciones. De esta manera se ha logrado un importante equilibrio entre los buenos niveles de bajo porcentaje de oxígeno (durante las fases mas criticas del tratamiento) con relación a la obtención de buenas condiciones ambientales por los bajos niveles de escape de humos los cuales son captados por el sistema de aspiración.

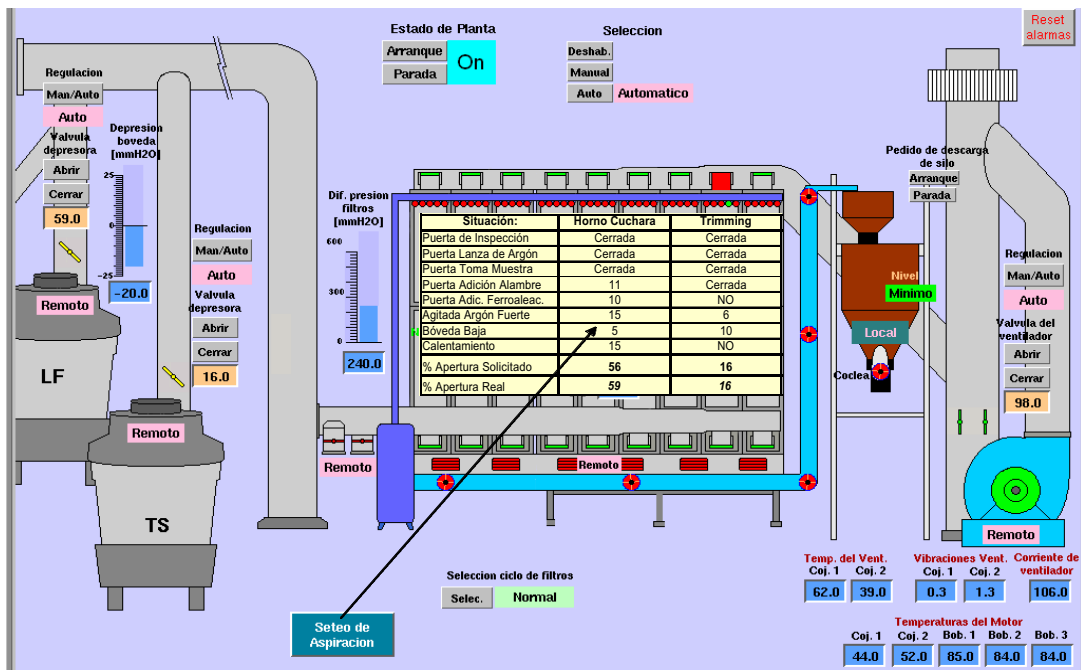


Figura 5. Sistema de control de captación de los humos.

4. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS MEDICIONES O₂ y CO

El procedimiento se desarrolló identificando la totalidad de las variables a tener en cuenta y analizando como alcanzar las condiciones de equivalencias, lo cual incluyó un relevamiento de información sobre datos operativos, planos, diseños e historial. Para este punto, fue necesario un fuerte trabajo en colaboración entre los responsables de ingeniería y operación y los técnicos del Instituto Argentino de Siderurgia (IAS), encargados de las mediciones.

Se concluyó en la elaboración de un "Procedimiento para medición de oxígeno y monóxido de carbono en atmósferas de hornos cuchara" [4].

Respecto al instrumento de medición se definió utilizar un analizador de gases digital, que presenta una lectura rápida y precisa. La lanza de muestreo es de acero inoxidable y con dimensiones fijas y predeterminadas.

Respecto a los momentos del proceso en los cuales medir se definen dos etapas: agitados fuertes y suaves, siempre con puerta cerrada y luego de un minuto mínimo que la misma se cerró. Además por su criticidad en el proceso se toman los períodos más convenientes que son: a) el agitado fuerte en el **LF** luego del calentamiento y agregado de carbón y b) durante la adición de SiCa en la **TS**.

5. CARACTERIZACIONES DE ATMOSFERAS

Las mediciones arrojan los siguientes resultados:

(a) Los perfiles de contenido de oxígeno en el **LF** en el caso de agitado fuerte, se observan en la figura 6.

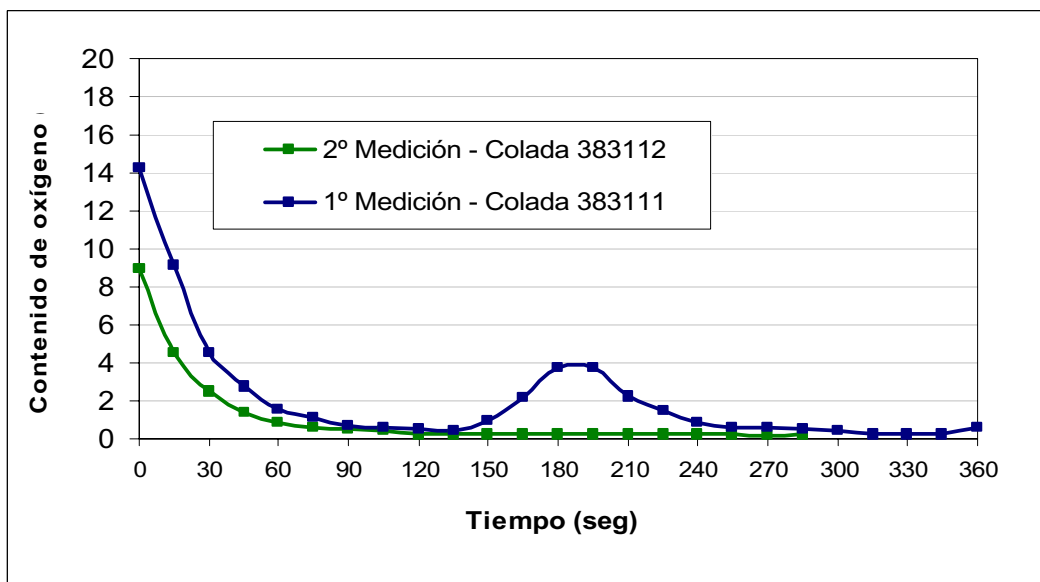


Figura 6. Evolución del contenido de oxígeno en la atmósfera sobre el baño del **LF**, en casos de agitado fuerte con argón.

Con agitado fuerte, los porcentajes mínimos de oxígeno llegan a valores de 0,5 % y se mantienen por un buen periodo de tiempo.

(b) Para el caso de la **TS** (ver figura 7), los valores mínimos de oxígeno se encuentran alrededor del 1 % durante la inyección de SiCa.

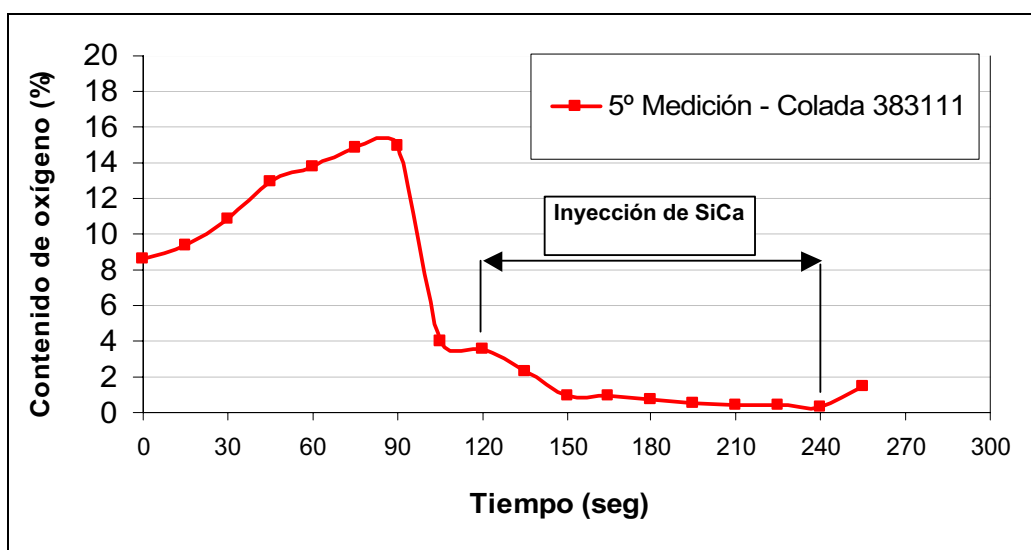


Fig. 7. Evolución de contenido de oxígeno en la atmósfera sobre el baño de la **TS**.

(c) Con la finalidad en identificar la eficiencia lograda del bajo nivel de contenido de oxígeno en el baño compatible con adecuadas condiciones ambientales en los períodos críticos del LF (agitado fuerte después del calentamiento), se muestra en la figura 8 la comparación de una colada real con dos condiciones extremas.

La curva superior muestra el comportamiento con la bóveda elevada y la puerta de la misma abierta. Se observa el alto contenido el porcentaje de oxígeno. Se pone así de manifiesto la importancia que significa trabajar con el menor gap posible.

La curva inferior fue tomada sacando de servicio la aspiración de humos, con la bóveda baja y la puerta cerrada. El nivel "cero" de porcentaje de oxígeno se logra rápido y fácilmente pero en este caso se logra un elevado nivel de contaminación en el área por escape de los humos.

La curva central que representa un tratamiento típico, con niveles de escape de humos dentro de lo admisible, denota que el porcentaje de oxígeno es levemente superior al caso anterior pero dentro de valores muy bajos.

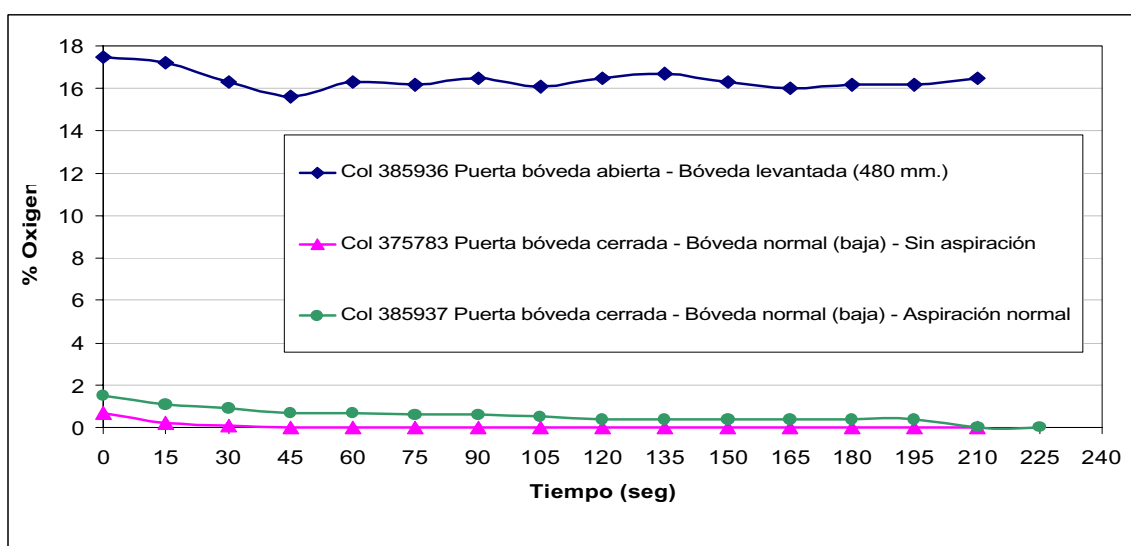


Figura 8. Comparativa entre dos situaciones extremas del % de oxígeno en el LF.

En cuanto a la caída de aluminio debido a la presencia de oxígeno sobre la atmósfera del baño de acero comparando entre la situación de bóveda normal y bóveda elevada (alta) según representado por las dos curvas extremas de la figura 8 se logran los siguientes registros promedios:

- Bóveda Posición Normal: **17.2 ppm/minuto** - desviación estándar de 5.9.
- Bóveda Posición Alta: **35.0 ppm/minuto** - desviación estándar de 10.

6. CARACTERIZACIONES DE LOS CAUDALES DE ASPIRACION DE HUMOS

Se realizó una determinación de los caudales de humos, en los conductos del LF y de la TS. Para ello se midió velocidad de gases con un anemómetro digital y se tradujeron los valores a caudales normales.

Los dumper tienen aperturas automáticas de acuerdo a la etapa del proceso y sus condiciones. Se identificaron grupos de mediciones, de acuerdo a la posición de

los dumper, la corriente en el ventilador y la evolución del proceso.

Los valores de caudal en conductos del **LF**, varían entre 20000 y 90000 Nm³/h y en la **TS** entre 15000 y 45000 Nm³/h. Estos valores se asocian a los contenidos de oxígeno determinados en las respectivas atmósferas y se controló visualmente sobre los resultados en cuanto a la eficiencia por la captación de los humos.

7. CONCLUSIONES

La elaboración del “Procedimiento para medición de oxígeno y monóxido de carbono en atmósferas de hornos cuchara” [4] constituyó una herramienta y método apropiado para realizar este tipo de estudio y seguimientos donde a partir de su cumplimiento prescinde de la persona que realice el trabajo. De esta manera se pueden sacar conclusiones y comparativas que a su vez se podrían extender a otras instalaciones de similares características.

En la bóveda del horno cuchara (**LF**) se han encontrado niveles de oxígeno muy bajos, con mínimos del orden del 0,5 % en períodos de agitado fuerte.

Se ha logrado reducir a la mitad la caída de aluminio en el **LF**, durante el agitado fuerte, con relación a cuando se opera con un gap superior entre cuchara y bóveda, lo cual perjudica por ingreso de aire externo.

En casos de agitado suave se llega a estos valores bajos también, pero es más difícil mantenerlos en el tiempo.

En la Trimming Station (**TS**), se obtuvieron valores de oxígeno mínimos del 1 % durante la inyección de SiCa, llegando a máximos del 15 % al final del tratamiento. Los caudales de humos son regulados y operados totalmente en automático, logrando buenas condiciones ambientales.

REFERENCIAS

1. E. Brandaleze, W. Chiapparoli, M. Bentancour, G. Traglia, D. Casella, IAS. Determinación de oxígeno en la atmósfera sobre el baño metálico y medición de caudal de gases del LF y la TS. Informe IAS ACE 02 017/E, Junio de 2002.
3. E. Brandaleze, W. Chiapparoli, L. Castellá, G. Traglia, IAS y R. López, SIDERAR. Determinación de oxígeno y monóxido de carbono en la atmósfera sobre el baño metálico del LF y la TS de Siderar. Informe IAS PRO 02 117, Diciembre de 2002.
4. W. Chiapparoli, E. Brandaleze, IAS y R. López, GEIN, SIDERAR. Procedimiento para medición de oxígeno y monóxido de carbono en atmósferas de hornos cuchara. Informe IAS PRO 03 074, Marzo de 2003.
5. E. Brandaleze, W. Chiapparoli, L. Castellá, G. Traglia, IAS y R. López, SIDERAR. Determinaciones de oxígeno y monóxido de carbono en la atmósfera sobre el baño metálico del LF y la TS de Siderar. Informe IAS PRO 03 188, Septiembre de 2003.
6. R. Ares, R. Panelli, . Petroni, C. Cicutti, M. Valdez, T. Pérez, SIDERAR, Evolución de la limpieza inclusionaria a lo largo del proceso en el Horno Cuchara de SIDERAR, 12° Seminario Acería IAS, 1999, p. 211-219
7. R. Ares, J. Petroni, A. Gómez, R. Donayo, C. Cicutti, L. Amato, M. Valdez, SIDERAR, Desarrollos en la Metalurgia de Cuchara de SIDERAR, 13° Seminario Acería IAS, 2001, p. 356-362

“CHARACTERIZATION OF THE ATMOSPHERE ABOVE THE BATH IN THE LMF AT SIDERAR”¹

**Raúl López and Gerardo Rodríguez²
Jaime Usart and Roberto Muñoz²
Ariel Rapetto, Roberto Ares, Adolfo Gomez and Jorgelina Perez²
Wadi Chiapparoli, Guillermo Traglia and Elena Brandaleze³**

ABSTRACT

The ladle furnace (LF) and Trimming Station (TS) roof design and the off-gas facilities are factors that impact on the atmosphere above molten steel. The steel during ladle treatment is exposed to reoxidation caused by the opening of an "eye" in the slag cover, mostly when intense stirring is applied. So, it is important to carry out periodic measurements of the oxygen and monoxide content, to evaluate changes in operating practices or modifications in the roof or the off-gas system.

In the LF and TS roofs of Siderar were changed, looking for improvement in the atmosphere on the bath. Within that frame, a study based on measurements of the oxygen and monoxide content in the atmosphere and off-gas flow measurement in the ducts was carried out.

In this paper, changes in the aspiration are analyzed and the influence on the operation parameters is evaluated and presented accompanied by the conclusions obtained during the study.

The measurements allow the characterization of the current conditions in the ladle furnaces and in a trimming station and permits to evaluate improvements in the practice, as well as to have a comparative database, before further modifications to reduce the oxidation tendency.

In LF roof, very low Oxygen levels were measured, with a minimum of 0.5% during strong argon stirring. During soft stirring, these low values are also obtained, but they are not sustainable for a long time.

In the TS roof, minimum Oxygen was 1% during CaSi injection.

Off-gas flow rate in LF ducts vary between 20,000 and 90,000 Nm³/h. In the TS they vary between 15,000 and 45,000 Nm³/h, depending on the process stage and dumper opening.

Key words: ladle furnace, trimming station, atmosphere above molten steel

¹ Technical contribution presented at XXXV ABM Steelmaking Seminar, Salvador, BA, 17 - 19 May, 2004

² Siderar SAIC, Casilla de Correo 801, 2900 San Nicolás, Prov. de Buenos Aires, Argentina –Gcia.Tecnología / Operación / Mantenimiento de Acería

³ Instituto Argentino de Siderurgia, Av. Central y Calle 19 Oeste, 2900 San Nicolás, Prov. de Buenos Aires, Argentina.