

PRODUCCIÓN DE ARRABIO CON MINERAL DE HIERRO DE TACNA, ESTUDIO PRELIMINAR

Carlos Vivar Colquicocha¹; Zoilo Valdivia Infantas²

RESUMEN

El presente trabajo permite determinar la tecnología más adecuada para producir arrabio en condiciones específicas como: planta de pequeña capacidad, baja inversión y costos razonables, aprovechando ventajas comparativas como contar con un mineral de hierro de buena calidad, disponibilidad de un carbón de características aceptables, para la producción de arrabio utilizando directamente el mineral de hierro y el carbón, es decir, sin requerir que el mineral sea procesado previamente mediante la concentración y producción de pellets, que es la carga característica de los altos hornos, e igualmente sin requerir que el carbón sea acondicionado como coque, condiciones que hacen un proyecto rentable a pesar de su pequeña capacidad de producción.

El presente estudio también tiene por objetivo determinar si la rentabilidad del proyecto es atractiva y justifica la elaboración de un estudio de factibilidad.

ABSTRACT

The present work allows to determine the technology to produce pig-iron under specific conditions as: Plant of small capacity, low investment and reasonable costs, taking advantage as: good quality mineral iron and acceptable coal, for the pig-iron production using the iron mineral and the coal directly, that is to say without requiring that the mineral is processed previously by means of the concentration and pellets production that it is the characteristic load of the high ovens and equally without requiring that the coal is conditioned as coke, all of that make a profitable project in spite of its small production capacity.

The present work also has for objective to determine if the profitability of the project is attractive and it justifies the elaboration of a study of feasibility.

I. INTRODUCCIÓN

En la zona de Sama - Tacna, se cuenta con mineral de hierro con un contenido de 58 %, de hierro, calificado como de alta ley y bajo azufre que hace posible cargarlo al horno sin ningún tratamiento previo y también se cuenta con un carbón bituminoso en actual uso en la Central Térmica de Ilo y que puede también ser usado sin tratamiento previo, condiciones que permitiría explotar el yacimiento de mineral de hierro de la zona de Sama y de otras que tengan características similares en el país.

II. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Realizar pruebas con mineral de la zona de Tacna y carbón colombiano que se encuentra disponible en la Central Térmica de Ilo. El carbón es bituminoso con 35 % de contenido de materias volátiles y será usado sin ninguna preparación previa a no ser el ajuste a una

granulometría de 1 ½". Estas pruebas servirán para demostrar que se puede producir arrabio con mineral directo de mina ajustado a una granulometría de 1", de modo de obtener algunos parámetros de operación que puedan servir para escalar a un proceso industrial, permitiendo la elaboración de un estudio preliminar de factibilidad.

III. ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado indica que es factible colocar en el mercado nacional 5000 t de arrabio en las aproximadamente 50 principales fundiciones del país a un promedio de 5 a 30 t mensuales y a un precio de 230 \$ por tonelada de arrabio.

También indica que es factible exportar la diferencia de la producción, es decir 4620 t de arrabio a países de Latinoamérica, Europa o Asia, debido a que hay un déficit de oferta a nivel internacional como

(1) (2) Ingeniero Metalurgista

consecuencia de la insuficiente producción de Coque y que ha motivado que China inicie un gran proyecto de producción de Coque que estará operativo dentro de 3 años y que será insuficiente para revertir la situación, por lo que es probable que el precio del arrabio se mantenga por encima de los 230 \$ por tonelada dentro de los próximos 5 años. Esto es previsible porque en los próximos años se va a producir una aceleración en el consumo de chatarra que ocasionará que esta ya no sea un gran competidor del arrabio, incluso en las economías menos desarrolladas por lo menos durante los próximos 5 años.

ESTUDIO TÉCNICO

El estudio técnico indica que el mineral es fácilmente reducible y de bajo contenido de azufre, por lo que el arrabio producido será de buena calidad.

El mineral a emplearse tiene una ley de 58% de hierro, 4 % de sílice, 0,017 % de azufre y 0,085 % de fósforo.

El carbón que se empleará es de bajo contenido de azufre, solo que presenta un alto contenido de materias volátiles 38,35 % que ocasiona un mayor consumo unitario con respecto al coque y una menor eficiencia térmica del orden del 40 %, pero que está compensado por su menor precio, además es posible mejorar la eficiencia térmica mediante proyectos adicionales a ejecutarse en los años siguientes.

IV. CONCLUSIONES DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

1. El carbón a emplearse sería el colombiano CM, o cualquier otro carbón de características similares, las cuales son: M.V.: 36,52 %, Cenizas 5 %, azufre: 0,65 %.

2. Este carbón se coquiza dentro del horno y se quema en forma similar al coque, produciendo una adecuada combustión y elevación de la temperatura a la altura de las toberas, llegándose a la temperatura crítica necesaria para producir arrabio del orden de 1600 °C.

3. El inconveniente de este carbón es el de tener un alto contenido de materias volátiles, por lo que el rendimiento de este carbón con respecto al coque es del orden del 51 %, considerando el contenido de carbono fijo, lo que origina que se tenga que considerar un parámetro de consumo mayor, es decir: 1.10 Kg. Carbón / Kg. arrabio.

INGENIERÍA DEL PROYECTO

UBICACIÓN DEL PROYECTO

MINA: La mina se encuentra ubicada en el distrito de Sama, provincia de Tacna, departamento de Tacna, a 25 Km. al NE de la ciudad de Tacna.

PLANTA: La Planta se encuentra ubicada en el distrito de Pachía, provincia de Tacna, departamento de Tacna, a 48 Km. al NO de la ciudad de Tacna.

EQUIPOS PRINCIPALES

El proceso de producción de arrabio a partir de mineral de hierro, empleando carbón bituminoso de alto contenido de materias volátiles, se realizará con los siguientes equipos principales:

ALTO HORNO

Este equipo permitirá la reducción del mineral de hierro, que consiste en la eliminación del oxígeno mediante el monóxido de carbono que se produce por la combustión del carbón a la altura de las toberas por donde ingresa el aire precalentado a 700 °C. Además se realiza la fusión del mineral y la incorporación del carbón dentro del metal hierro produciéndose así el arrabio que se cuela a 1400 °C.

INTERCAMBIADOR DE CALOR

Sirve para transferir el calor de los gases calientes que salen del horno al aire frío que se produce con el soplante, elevándose la temperatura del aire a 700 °C.

SEPARADOR DE SÓLIDOS

Permite eliminar las partículas sólidas de los gases del horno para evitar la expulsión de estas partículas a los alrededores de la Planta, controlándose así la contaminación del medio ambiente.

SOPLANTE

Este equipo es el que produce el aire frío que es precalentado en el intercambiador y que suministra el oxígeno necesario para la combustión del carbón a la altura de las toberas del horno.

CHANCADORA DE QUIJADAS

Este equipo permitirá triturar tanto el mineral como el fundente para ajustarlos a la granulometría de 1 ½" que requiere el proceso.

ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO

La inversión es de 500 000 \$, desagregada en la siguiente forma:

Préstamo Bancario	: 360 000 \$
Aporte propio	: 140 000 \$

Los ingresos son del orden de 2 484 000 \$ / año, el costo de producción del orden de 1 853 000 \$ / año, por lo que la utilidad bruta es de 631 000 \$ / año, generándose una utilidad antes de impuestos de 545 200 \$ / año y una utilidad neta de 381 600 \$ / año y de 420 700 a partir del sexto año.

En el flujo de Caja se tiene un flujo económico de 524 000 \$ / año y un flujo financiero de 509 700 \$ / año.

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

La rentabilidad del proyecto medida por la Tasa Interna de Retorno Económica es 64 % que permite una recuperación de la inversión en dos años, por lo que el proyecto es muy bueno. Las condiciones financieras del proyecto medidas por la Tasa Interna de Retorno Financiera son de 70 %, lo cual indica que las condiciones del préstamo son recomendables.

V. CONCLUSIONES

1. Como se ha indicado en la introducción, es posible producir arrabio utilizando mineral y carbón directos de mina, solo con el ajuste de la granulometría.

2. El arrabio producido hasta la fecha tiene la composición siguiente:

Fe: 93.30 %, C: 3.30 %, Si: 0.6 %, S: 0.37 %, P: 0.28 %.

3. El contenido de azufre es alto, por lo que por ahora constituye un producto para usos no muy exigentes; sin embargo, es posible obtener un contenido más bajo de azufre del orden de 0.20 % para poder emplearlo en producción de fundiciones. La razón principal de no haber alcanzado bajos porcentajes de azufre radica en no haber alcanzado una mayor temperatura a la altura de las toberas por no haber logrado calentar el aire a más de 300 °C.

4. Las pruebas no dan directamente el consumo unitario de carbón, el cual tiene que ser escalado, esto como consecuencia del tamaño pequeño del horno y a que aún no está acondicionado para pruebas continuas de más de una semana, en cuyo caso se podría tener un parámetro aproximado a la realidad; sin embargo, se ha escalado un consumo de 1,17

toneladas de carbón por tonelada de arrabio, parámetro que se ha considerado para el diseño de la planta industrial.

5. El factor crítico para lograr una aceptable rentabilidad lo constituye el precio del carbón y su adaptabilidad al proceso.

6. El carbón antracita no es aceptable por su alto precio y por requerir inyección de finos

7. El presente proyecto, al tener un período de recuperación de la inversión de dos años, se le califica de muy bueno. Esto se ha hecho posible por el incremento del precio del acero, arrabio y de la chatarra ocurrido desde el segundo semestre del año 2003 y que se espera se mantenga en estos niveles durante los próximos 3 a 5 años.

8. También es consecuencia de contar con un mineral de alta ley y de bajo contenido de azufre y fósforo y de contar con un carbón de bajo contenido de azufre procedente de Colombia y que está disponible en la zona de Tacna por utilizarse para la generación de energía en la Planta Térmica de Ilo.

9. La venta del producto no debe ofrecer mayores problemas porque se trata de un mercado nacional que se encuentra desabastecido de arrabio y de chatarra y de un mercado internacional con déficit de oferta, por lo que la exportación tampoco debe afrontar dificultades, sobre todo tratándose de un arrabio de bajo contenido de azufre y fósforo.

VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. H.M. Boyiston: *Introducción a la Metalurgia del Hierro y del Acero* Ed. Wiley USA 1990.
2. Paráis Barreiro, José; *Fabricación del Hierro Acero y Fundiciones*, Edit. Ourmo S.A. España, 1990.
3. J.S. Hirkaldy and R.G. Ward, *Aspects of Modern Ferrous Metallurgy*, Edición, 1984.
4. H. Appold K Feller, *Tecnología de los metales*, Edit Reverté, España 1994.
5. Capelani R. *Diversificación de combustibles utilizables au fourneau*, Paris, 1975.
6. Paoletti, R. *Degradación mecánica del coque*, revista técnica Paris, 1975.
7. Coche, L. *Enriquecimiento de los minerales de Hierro* IRSID Paris 1974.