

EVALUATING THE COMPETITIVENESS OF THE IRON MINING OF VENEZUELA

EVALUACIÓN DE LA COMPETITIVIDAD DE LA MINERÍA DE HIERRO DE VENEZUELA



Juan Enrique Villalva A.¹

RESUMEN

El mercado de mineral de hierro, actualmente se desenvuelve en un ambiente muy competitivo, caracterizada por sobreoferta del producto, demanda inestable, volatilidad en los precios, costos de externos inestables y rivalidad entre los participantes, principalmente entre los grandes productores, esto ha generado presión creciente entre las empresas de ese sector industrial, y Venezuela, como mediano productor, es también afectada por esa situación. Ante este escenario, la competitividad se ha convertido de vital importancia para las empresas mineras. El objetivo de este artículo es evaluar la competitividad de la minería de hierro de Venezuela. El estudio se realizó sobre una muestra de 12 empresas de minería de hierro del mundo, que representaron el 63,6 % del mercado mundial de mineral de hierro en 2016. El estudio reveló que Venezuela ha perdido competitividad y que requiere de serios ajustes en sus procesos internos que permitan mejorar la eficiencia y la rentabilidad para asegurar su sustentabilidad.

Palabras claves: Competitividad, Eficiencia, Productividad, Rentabilidad, Minería de hierro y Venezuela.

ABSTRACT

The iron ore market is currently developing in a very competitive environment, characterized by oversupply of the product, unstable demand, volatility in prices, unstable external costs and rivalry among participants, mainly among large producers, this has generated pressure growing among companies in that industrial sector, and Venezuela, as a medium producer, is also affected by this situation. Given this scenario, competitiveness has become of vital importance for mining companies. The objective of this article is to evaluate the competitiveness of Venezuelan iron mining. The study was conducted on a sample of 12 iron mining companies in the world, which accounted for 63.6% of the world iron ore market in 2016. The study revealed that Venezuela has lost competitiveness and that it requires serious adjustments in its internal processes that allow improving efficiency and profitability to ensure sustainability.

Keywords: Competitiveness, Efficiency, Productivity, Profitability, Iron Mining and Venezuela.

¹ Doctorando en Ciencias de la Ingeniería, UNEXPO, Ing. Electricista (UNEXPO), Espec. en Operac.y Produc.(UNEG), Espec. en Automatización (UNEXPO), Msc en Ing. Electrónica (UNEXPO). juanev99@gmail.com, Telef.: +58-416-6867860

INTRODUCCION.

El mercado internacional de mineral de hierro, actualmente se desenvuelve en un ambiente donde a pesar que la demanda continua aumentando al ritmo del crecimiento de los países con economías emergentes, las oferta esta en crecimiento a un ritmo mayor, producto de los proyectos de expansión y apertura de nuevas minas, lo que esta presionando el precio a la baja, el mercado se ha tornado aun mas competitivo, y las empresas mineras están teniendo dificultades y algunas de ellas están batallando para seguir siendo rentables, debido al aumento de los costos y a precios bajos presionados por la sobreoferta.

Este ambiente altamente competitivo y considerado por algunos como de guerra, exige que las empresas mineras, desarrollen capacidades extra de rápida adaptación y de fortaleza interna, para hacer frente a estas presiones, que amenazan no solo la rentabilidad, sino la supervivencia, y la competitividad se ha convertido en principal preocupación de los directivos y gerentes de las mineras.

En el presente artículo se presenta la evaluación de la competitividad de la minería de hierro de Venezuela en el contexto mundial, para lo cual se tomó una muestra de 12 empresas pertenecientes a los segmentos de la gran, mediana y pequeña minería, entre el periodo 2006 y 2014.

El estudio se realizó en dos fases: En la primera fase, se identificaron los indicadores y sus métodos de medición de los indicadores de competitividad de minería de hierro. En la segunda fase, se realizó la medición de las dimensiones de los indicadores, luego mediante el análisis de componente principal, se estimó la competitividad de cada empresa de la muestra, y finalmente se evaluó la competitividad de la minería de hierro de Venezuela en el contexto mundial.

1. EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mercado internacional de mineral de hierro, que tradicionalmente estuvo caracterizado por ser poco competitivo, con estabilidad y certidumbre en cuanto a precios, demanda y oferta, a partir del año 2005 pasó a ser más dinámico y competitivo, principalmente a consecuencia de la aparición de las economías emergentes y muy especialmente China, que incidieron en un aumento sin precedentes en la demanda y el precio. A partir de 2010, la industria minera de hierro entró en un proceso de transición y actualmente esta caracterizada por volatilidad en el precio, demanda inestable, sobreoferta y rivalidad entre los participantes, principalmente entre los grandes productores, esto ha generado presión creciente entre las empresas que participan en ese mercado.

La sobreoferta de mineral de hierro en el mercado internacional, con la consecuente caída del precio, ha desencadenado el cierre de minas improductivas, ventas y/o fusiones de empresas mineras, dificultades crediticias, asociaciones estratégicas entre los involucrados en busca de alguna ventaja competitiva, etc. Y de acuerdo con Sam Wash, Chief Executive Officer (CEO) de Rio Tinto, la segunda empresa minera de mayor producción del mundo, "*Los cambios importantes de una industria de esta naturaleza no se llevan a cabo de*

una manera suave y uniforme, por lo que se deben esperar acontecimientos súbitos e inestabilidad, antes de que en el mercado se establezca un nuevo equilibrio." (Mining Australia, April 20 2015).

De tal forma que el mercado aun continúa buscando su punto de equilibrio entre demanda, oferta y precio, en medio de un forcejeo por las cuotas del mercado de las grandes mineras y la lucha de las medianas y pequeñas mineras por permanecer en el mercado, en un ambiente de alta competencia.

En un mercado cada vez más competitivo, donde las grandes mineras sostienen competencia por lograr participación de mercado para sus nuevas capacidades de producción y la demanda del principal consumidor se desacelera, las medianas y pequeñas mineras están sometidas a presiones que amenazan su supervivencia y la competitividad, su medición y monitoreo se ha convertido en un aspecto de gran interés e importancia para gerentes de la industria minera.

Venezuela, es un mediano productor de mineral de Hierro a nivel mundial, realiza sus operaciones de minería de hierro, por medio de la empresa estatal Ferrominera Orinoco C.A. (FMO) también es afectada por la difícil situación que actualmente atraviesa el mercado internacional de mineral de hierro.

Por otro lado, competitividad es considerado un tema complejo a nivel de literatura, es un término que ha sido utilizado de manera generalizada en los ámbitos macroeconómicos y microeconómicos, y ha originado debates e interrogantes entre investigadores.

Las definiciones de la competitividad empresarial, confirman la complejidad del concepto, caracterizado por la falta de una definición consensuada entre los investigadores, presentando este además variados enfoques para su análisis y de como debe medirse.

Ante esta problemática planteada, surgieron interrogantes sobre: ¿Cuales son los indicadores, que permiten medir la competitividad de las empresas de minería de hierro? y ¿Cuál es la competitiva es la industria minera de hierro de Venezuela en el contexto mundial?

1.2 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS

Con el desarrollo de este estudio se lograron los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Evaluar la competitividad de la minería de hierro de Venezuela.

Objetivos Específicos:

1. Identificar los indicadores, que permiten medir la competitividad de las empresas de minería de hierro.
2. Determinar el nivel de competitividad de la industria minera de hierro de Venezuela en el contexto mundial.

2. MARCO DE LA INVESTIGACION

2.1 BASES TEORICAS

VARIABLES explicativas de la competitividad de la minería de hierro

Según Villalva J. (2017b), las variables explicativas de la competitividad de la minería de hierro son las siguientes:

- Costo Unitario, participación de mercado y rentabilidad económica, son variables capaces de describir el comportamiento de la competitividad de la minería de hierro.
- Productividad Factor Total, Eficiencia Operativa, crecimiento de producción, Eficiencia de costos y crecimiento de ventas, son variables explicativas claves, altamente influyentes y muy dependientes, son controlables y tienen alto impacto en la competitividad de la minería de hierro.
- Cambio tecnológico, nivel de reservas Fe y vida útil del yacimiento, son variables determinantes en la competitividad de la minería de hierro, y al ser variables muy influyentes, puede frenar o impulsar la competitividad,

Rentabilidad

La rentabilidad es una medida de la eficiencia con la cual una empresa utiliza sus recursos económicos, y de manera general muestra la relación entre los resultados y las inversiones requeridas o utilizadas para lograrlas.

Para Thijs Raa (2009), para garantizar la continuidad de la producción, las empresas deben ser rentables y el prerrequisito de la rentabilidad es la eficiencia (p. 49).

Según la CEPAL (2007), *“la competitividad es un estado final resultante de la capacidad de las empresas para ser rentables en sus actividades productivas en mercados competitivos”*. Lo que coincide con el planteamiento de Rodríguez M. L. (2012), *“la rentabilidad es uno de los factores clave para que la empresa logre su permanecía en el largo plazo”*, (Pág. 164).

Generalmente, la rentabilidad es un indicador importante para comparar los resultados entre diferentes empresas de un sector y para ayudar a los gerentes en la toma de decisiones. Hay varias medidas de rentabilidad, y entre las más utilizadas están las de rentabilidad económica y rentabilidad financiera. Para el caso de esta investigación, se utilizó la rentabilidad económica, ya que interesa conocer si el negocio es o no lucrativo, en sí mismo, independientemente de la forma como ha sido financiado.

La rentabilidad económica o del activo, es un indicador de cuán eficiente es una empresa en el uso de sus activos para generar beneficios.

Participación de mercado

La participación de mercado, es la parte del mercado dominada por el producto de una empresa, y resulta de dividir las ventas del producto de la

empresa entre las ventas totales en el mercado. Esto puede expresarse más explícitamente de la siguiente manera:

$$S_i = \frac{Q_i}{Q} \quad (1)$$

Dónde:

S_i = La cuota de mercado de la empresa i

Q_i = Las ventas (cantidad vendida o volumen en dólares) del producto de la empresa i

Q = Las ventas totales (cantidad vendida o volumen en dólares) para el

Mercado $Q = \sum_{j=1}^m Q_j$

m = el número de empresas competidoras.

Respecto al negocio de minería de hierro, la participación de mercado es una variable presente en los planes estratégicos de las empresas. Por ejemplo, la visión estratégica de SNIM, principal empresa de minería de hierro de Mauritania, es llegar a ser el quinta empresa exportadora de mineral de hierro del mundo para el 2025 (SNIM, 2013.p. 1), ello significa ser el quinto en participación de mercado. De la misma forma, la empresa NMDC de la India, tiene planteado el aumentar la capacidad de extracción de mineral de hierro a 100MT (NMDC, 2016, p. 2). Igual FMO de Venezuela, que tiene planteado aumentar su capacidad de a 30 Mt. (FMO, 2017, p. 38). Ello demuestra el gran interés que tienen las empresas mineras en la participación de mercado.

Medición y evaluación de la eficiencia de unidades productivas

El análisis de eficiencia es de vital importancia como paso previo para la toma de decisiones orientadas a lograr el mejor uso de los factores de producción (mano de obra, equipos, insumos, etc.).

La evaluación de la eficiencia a las unidades productivas, puede ser aplicada la producción, los costos, los ingresos o los beneficios. En la presente investigación para todos los casos esta referida a una medida de comparación entre los valores reales observados en cada caso vs valores óptimos de una frontera de posibilidades.

Según Lovell K. (1993) las razones fundamentales para medir eficiencia son dos: (1) La eficiencia es un indicador de éxito, una medida de rendimiento o desempeño para evaluar unidades productivas. (2) Midiendo la eficiencia, y separando sus efectos de los efectos del entorno productivo podremos identificar las causas de la variación, para implementar acciones para mejorar el desempeño y la asignación de los recursos.

Las metodologías o visiones que suelen emplearse para analizar la eficiencia de una empresa, pueden agruparse en general en dos grandes corrientes: los métodos que utilizan una función de producción, de costos o beneficios como una frontera y los que no la emplean (Peretto C., 2016, p. 7).

Entre los métodos de no frontera están los indicadores, índices y las funciones de regresión. Estos métodos miden la eficiencia de forma absoluta, ya que solo toman en cuenta la empresa o unidad de producción donde se realiza la medición.

Los métodos de medición de eficiencia que utilizan una frontera, se pueden clasificar en dos tipos: paramétricos y no paramétricos.

Los métodos paramétricos, se basan en la estimación de la frontera eficiente mediante el uso de técnicas econométricas, en base a la relación paramétrica entre outputs e inputs. Esta clase de métodos requiere una forma funcional específica que presupone la forma de la frontera eficiente de producción, costo o beneficio según el caso. Estos métodos se pueden a su vez clasificar en determinísticos y estocásticos.

En los métodos determinísticos, solo considera la ineficiencia en la perturbación aleatoria del modelo. De manera general este método utiliza como base la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

En los métodos estocásticos, la perturbación incluye, además de la ineficiencia, los posibles errores de medición de los datos u otros factores exógenos no controlables por las mismas. A esta clase de métodos pertenece el análisis de la frontera estocástica (SFA).

Los métodos no paramétricos a diferencia de los métodos paramétricos, no estiman la frontera de producción, sino que la construyen a partir de los datos observados. A esta clase de métodos pertenece el análisis envolvente de datos (DEA).

De acuerdo con Villalva J. (2017a), mediante el método SFA aplicado a la minería de hierro se puede evaluar la variable eficiencia de producción y realizar la comparación entre empresas de ese sector industrial.

Costo unitario y eficiencia de costo

El costo unitario, también conocido como el coste medio, y representa el costo de producir una unidad de producto, basado en promedio, considerando todos los costos de los factores productivos que intervienen en su producción.

El costo unitario es una variable importante para la competitividad de las empresas mineras. De acuerdo con McFetridge (1995), una empresa puede ser no rentable debido a que su costo medio es más alto que el costo medio de sus competidores, y esto puede ser debido a que su productividad es menor, paga más por sus insumos, o ambas cosas, y su productividad puede ser inferior debido a que su gestión es menos eficiente, u opera a una escala ineficiente, o ambos (p. 3).

Según ARM (2016), el principal accionista de Assmang, segunda empresa mayor productor de hierro de Sudáfrica, mantener una posición de costos competitivos para cada una de nuestras operaciones es el objetivo principal, para ello todas las divisiones están enfocadas en mejorar las eficiencias operativas de forma continua para mitigar los aumentos de costos. (P. 20)

Con el objetivo de estandarizar los costos en la industria, la consultora del Reino Unido - Brook Hunt introdujo desde 1996 una guía, la cual es presentada en la Cuadro 1.

Cuadro 1. Estándar de los costos en la Industria según metodología Brook Hunt

Costo C1	Costo C2	Costo C3
Costos Directos: <ul style="list-style-type: none"> • Proceso Mina • Procesamiento de Minerales • Gastos Generales y Administración. • Transporte • Gastos de comercialización 	Costos Directos C1 + Depreciación y Amortización	Costos C2 + Costos Indirectos: Costos corporativos Investigación y Exploración Regalías o impuestos Costos extraordinarios Intereses

Fuente: Rondón O. (2014)

Con respecto al costo, un parámetro comparativo importante entre las empresas es su eficiencia de costo, la cual es definida como una medición en términos de una comparación entre los valores reales observados de costos de producción vs los valores óptimos de una frontera de posibilidades de costos de producción definido por las mejores empresas del sector industrial.

Una forma de determinar la eficiencia de costo, es mediante el análisis de la frontera estocástica de costo, para ello hay que especificar una función de la frontera estocástica de costo, para lo cual simplemente hay que alterar la especificación del término de error de $(V_i - U_i)$ a $(V_i + U_i)$. Esta sustitución transformaría la función de producción definida en la función de coste:

$$C_{it} = x_{it} \beta + (V_{it} + U_{it}) \quad (2)$$

Donde $i=1, \dots, N$ $t=1, \dots, T$

C_{it} es (el logaritmo de) el costo de la empresa i -ésimo en el período de tiempo t -ésimo;

x_{it} es un $k \times 1$ vector de (transformaciones de las magnitudes de entrada) de la empresa i -ésimo en el período de tiempo t -ésimo;

β son los coeficientes a estimar;

la V_{it} son variables aleatorias, e independiente de la

$U_{it} = (u_i \exp(-\eta (t-T)))$, donde la u_i son variables aleatorias no negativas que miden la ineficiencia de costos.

En esta función de costos, la U_i define ahora la distancia de la empresa por encima de la frontera de costos.

Cambio tecnológico y cambio en productividad

Según Galende J. (2006), parece existir consenso tanto en el ámbito académico, como en el empresarial, que uno de los mayores recursos de una empresa es su conocimiento tecnológico junto con su capacidad para generar innovaciones (p. 300).

Según Claver E. et al (2000), la tecnología se relaciona directamente con los esfuerzos innovadores de la empresa; esfuerzos que son, en última instancia, los elementos que proporcionan competitividad. Por lo tanto, el paso de la tecnología a la competitividad se efectúa a través de la innovación (p. 134).

Para Rio Tinto (2014), la segunda empresa mayor productora mundial de mineral después de Vale de Brasil, considera que: *el desarrollo y uso de tecnología e innovación, permite aumentar la productividad y a medida que la industria enfrenta presiones cada vez más complejas, la tecnología será un factor cada vez más importante* (p. 8).

El aumento de la productividad, entonces se puede dar como el incremento de la producción fruto de un mejor uso de la cantidad de recursos disponibles, y pueden ser consecuencia de la mejora en la eficiencia técnica y/o progreso tecnológico. El progreso tecnológico, lo definimos como el aumento en la producción proveniente de un nuevo o mejor proceso productivo fruto de avances e innovación.

Para Rio Tinto (2013), a medida que la industria se enfoque en la productividad y el control de los costos, se crearán muchas nuevas oportunidades para el avance de las nuevas tecnologías que deberán introducirse en la industria (p. 2). De tal forma, que la búsqueda de la productividad impulsa la búsqueda de las nuevas tecnologías y a su vez las nuevas tecnologías es que sustenta las mejoras en la productividad.

De acuerdo con Coelli T., Rao P., O'Donnell Ch. y Battese G. (2005), cuando se consideran las comparaciones de productividad a través del tiempo, es posible una fuente adicional de cambio de productividad, llamada cambio técnico. Esto implica avances en tecnología que pueden ser representados por un cambio hacia arriba en la frontera de producción. De tal forma que la tecnología es un factor crítico que influye en la productividad.

En los últimos años se han desarrollado nuevos métodos de medición de la productividad, entre ellos un método que esta siendo ampliamente utilizado es el Índice de Malmquist (IM), que permite medir el nivel de productividad en vez de eficiencia y fue introducido por Malmquist (1953) y adaptado para métodos no paramétricos por Caves, Christensen y Diewert (1982).

El índice de Malmquist, se calcula a partir del cambio en la frontera eficiente en dos períodos y descompone el cambio en productividad en dos factores: cambio en eficiencia y cambio tecnológico.

$$IM = \text{cambio en eficiencia} \times \text{cambio tecnológico} \quad (3)$$

En este sentido, la productividad representaría la evolución de la eficiencia relativa de cada unidad de toma de decisión (DMU) a lo largo del tiempo. El IM está basado en DEA, es decir, se requiere previamente calcular los parámetros de eficiencia para dos períodos t y $t+1$, para luego calcular los IM.

Nivel de reservas, vida útil y el potencial geológico

El nivel de reservas de calidad es una variable importante que en conjunto con la capacidad de producción determinan la vida útil de la mina e impacta sobre la producción y los costos. Para LKAB (2014), la principal empresa de producción de mineral de hierro de Suecia, *el tamaño y la calidad de la reserva mineral son críticos para la calidad del producto, los volúmenes de producción y los costos* (p. 45). También para la empresa Kumba de Sudáfrica, *el acceso a reservas de mineral de hierro de calidad constituye la base de nuestra capacidad para generar ingresos a través de la producción y posterior venta de mineral de hierro de alta calidad* (Kumba, 2016, p. 28).

De acuerdo con Schwarz S. y Garay V. (2015), las reservas de mineral, permiten estimar el potencial geológico en el largo plazo, al calcular la vida útil (VU) en base a la capacidad existente de operaciones activas, y las reservas de los yacimientos.

$$VU = \frac{\text{Reserva de Fe (t)}}{\text{Capacidad Max de Producción (tpa)}} \quad (4)$$

Sin embargo, los mismos autores afirman, que la vida útil de una empresa minera depende también de su participación en el total de las reservas mundiales, y lo recomendable es utilizar un índice vida útil ponderado (VUP), para ponderar la vida útil de acuerdo a la participación porcentual de cada empresa en las reservas mundiales.

$$VUP = VU * \text{Participación de reservas mundiales} \quad (5)$$

Donde:

$$\text{Participación de reservas mundiales} = \frac{\text{Reserva de Fe (t)}}{\text{Reservas mundiales Fe (t)}} \quad (6)$$

Crecimiento de la producción y las ventas

De acuerdo con Erauskin I. (2011), el crecimiento empresarial es un concepto multidimensional y heterogéneo, y resulta difícil escoger una única

definición que pueda dar respuesta a los distintos significados y facetas que lo engloba (p. 5)

En la presente investigación, crecimiento de la empresa se refiere a modificaciones e incrementos de su tamaño, es decir, aumentos en cantidades y dimensión, así como cambios en sus características internas (estructura económica y organizativa). Estos aumentos se pueden reflejar en las siguientes variables: producción, ventas, beneficios, activos, etc.

Para LKAB (2014), una empresa minera *al crecer reduce los costos por tonelada producida a través de las economías de escala* (p. 45), por lo tanto, el crecimiento de la empresa puede ser interpretado como un signo fortaleza y de tener posibilidades de desarrollo futuro.

Los indicadores de crecimiento, son instrumentos de medición de las principales variables asociadas al cumplimiento de los objetivos, siendo una expresión cuantitativa de lo que se pretende alcanzar con un objetivo específico establecido y a su vez es una medición de desempeño.

En este caso la forma general de expresar cuantitativamente el crecimiento de las ventas y de la producción es la siguiente:

$$\text{Crecimiento de Ventas} = \frac{\text{Ventas del año corriente}}{\text{Ventas del año anterior}} \times 100 \quad (7)$$

$$\text{Crecimiento de Producción} = \frac{\text{Producción del año corriente}}{\text{Producción del año anterior}} \times 100 \quad (8)$$

En el caso del crecimiento, su planteamiento como objetivo empresarial, puede responder a la intención de alcanzar el tamaño mínimo eficiente, para competir en un sector determinado o crecer mediante la inversión, buscando mayor volumen de beneficios sobre la base del atractivo del negocio.

3. MARCO METODOLOGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACION

La investigación realizada fue de campo, no experimental, longitudinal de tipo descriptiva. Fue de campo, puesto que los datos fueron extraídos de la propia realidad objeto del estudio. Fue no experimental por que se realizó sin manipular deliberadamente las variables independientes y se basó en valores de variables que ocurrieron o se dieron en la realidad, sin la intervención directa del investigador. Fue longitudinal, por que se realizó sobre observaciones en varios puntos en el tiempo. Y finalmente fue descriptiva por que se realizo la medición y evaluación de los diversos componentes de la competitividad.

3.2 POBLACION Y MUESTRA

Para este estudio la población fue el total de las empresas del sector minería de hierro del mundo, y a efecto de este estudio, se tomó como muestra intencional de 12 empresas mineras de Australia, Brasil, India, Mauritania, Sudáfrica, Chile, Canadá, Suecia y Venezuela, sobre las cuales se logró obtener la información completa para el período 2005 al 2014, a partir de sus reportes anuales y otras fuentes secundarias de información y datos.

Las Empresas de la muestra sumaron en el año 2016 el 63.6% (993.88Mt) del volumen de mineral de hierro comercializado en el mercado internacional e incluye empresas del capital privado o estatal, pertenecientes al a los segmentos grandes, medianas y pequeñas, lo que permite la comparación del desempeño competitivo entre las empresas de esos segmentos, ver Tabla 2.

Cuadro 2. **Empresas seleccionadas para el estudio de competitividad de minería de Hierro de Venezuela.**

Empresa Minera Fe	Pais	Tipo	Fe %	% Partic. Merc. 2016	Años de operación	Capac. Producc. 2014 (Mt)	Tamaño
Vale	Brasil	Privada	65	21.33%	75	348.8	Grande
Rio Tinto	Australia	Privada	61.2	17.10%	22	270.7	Grande
BHP	Australia	Privada	60.6	14.00%	16	221.6	Grande
Kumba	Surafrica	Privada	60.1	2.69%	12	48	Mediana
NMDC	India	Estatal	64	1.82%	59	30	Mediana
Assmang	Surafrica	Privada	64.4	1.07%	82	16.05	Mediana
FMO	Venezuela	Estatal	64.6	0.49%	43	23	Mediana
MGX	Australia	Privada	62	0.31%	21	7.9	Pequeña
SNIM	Mauritania	Estatal	64	0.84%	45	13.5	Pequeña
CAP	Chile	Privada	33.5	1.06%	35	16.08	Mediana
IOC	Canada	Privada	39	1.16%	68	18.55	Mediana
LKAB	Suecia	Privada	46	1.71%	126	26.9	Mediana

Fuente: Elaboración propia con base en datos de reportes de empresas y World Steel (2017)

3.3 PROCEDIMIENTO

El procedimiento para lograr los objetivos de la investigación, fue aplicado en dos fases. En la primera fase, se identificaron los indicadores y sus métodos de medición de los indicadores de competitividad de las empresas de minería de hierro. En la segunda fase, luego de realizar la medición de las dimensiones de los indicadores, mediante el análisis de componente principal se estimó la competitividad de cada empresa de la muestra, y finalmente se evaluó la competitividad de la minería de hierro de Venezuela en el contexto mundial.

3.4 RECURSOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE DATOS

En la etapa referida al análisis de los datos e información se utilizaron los siguientes recursos, para medir las dimensiones de las variables:

- El DEAP versión 2.1, para el cálculo del índice de Malmquist.

- b) El Frontier versión 4.1., para el cálculo de los indicadores mediante el método análisis de la frontera estocástica (SFA).
- c) TFPIP Versión 1.0, "Total Factor Productivity Index Computer Program", para el calculo de los indicadores de crecimiento.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el SPSS versión 19.

4. RESULTADOS Y ANALISIS

4.1 Medición de las variables

En la Figura 1, se presenta la red de indicadores de competitividad de minería de hierro obtenida. Esta se observa las diez (10) indicadores y su interrelación con los factores productivos internos de la empresa minera.

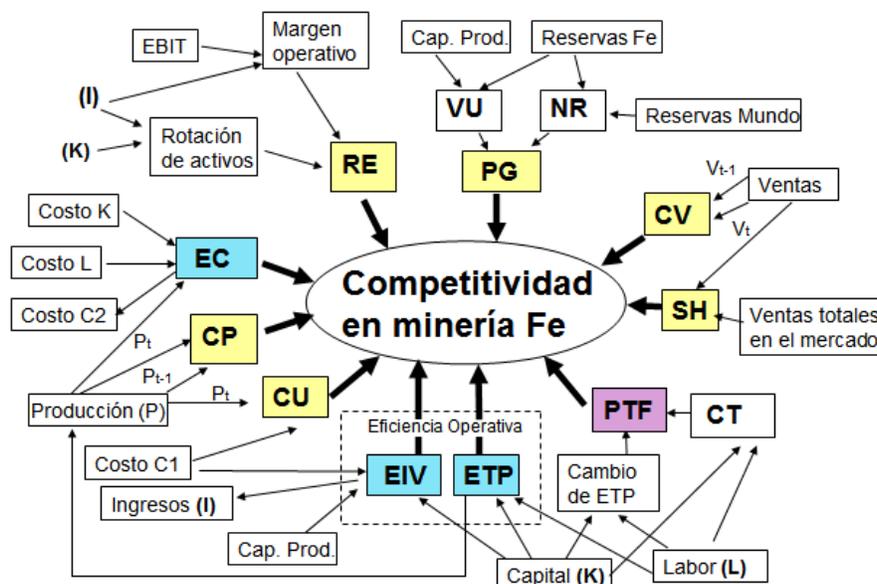


Figura 1. Red de variables explicativas de la competitividad de la minería de hierro. Fuente: elaboración propia.

En el Cuadro 3, se presentan las variables explicativas de competitividad de la minería de hierro, sus indicadores y su forma de medición.

Cuadro 3. Sistema de medición de las variables explicativas de la competitividad de la minería de hierro

Variable		Indicador o Proxy	Medición	Unidad de medida
Costo unitario	CU	Costo Unitario	Costo Operat(C2)/ Producción	US\$/TM
Rentabilidad Económica	RE	Rentabilidad Económica	Margen Operativo x Rotación de Activos	Adimensional
Eficiencia operativa	ETP	Eficiencia Técnica de Producción	Índice obtenido mediante SFA	Adimensional
	EIV	Eficiencia de Ingresos por ventas	Índice obtenido mediante SFA	Adimensional
PTF	PTF	Cambio de PFT = Cambio de Efic. x Cambio Tecnológico	Índice obtenido mediante Malmquist	Adimensional
Cambio Tecnológico	CT			
Crecimiento de Producción	CP	Crecimiento Anual de Producción	Produc. año corriente/ Produc. año anterior	%
Nivel de Reservas	NR	Potencial Geológico (PG)	VU x Particip en reserva mundial	Adimensional
Vida Útil	VU			
Participac. de Mercado	SH	Cuota de Mercado	Ventas de empresa / Ventas del Mercado	%
Crecimiento de Ventas	CV	Crecimiento Anual de Ventas	Ventas año corriente/ Ventas año anterior	Adimensional
Eficiencia de Costo	EC	Eficiencia de Costo	Índice obtenido mediante SFA	Adimensional

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 2, se muestran los resultados de las mediciones de las dimensiones de las variables explicativas de competitividad de la minería de hierro.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las mediciones de las variables explicativas de competitividad de la minería de hierro

Indicador	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
RE	108	-1.61	.86	0.42	0.34
CU	108	6.90	115.57	45.41	24.21
SH	108	0.002	.35	0.06	0.08
ETP	108	.20	.97	0.49	0.24
ETV	108	.25	.94	0.82	0.12
EC	108	1.00	6.89	3.65	1.29
PTF	108	.34	1.86	0.91	0.24
CP	108	.69	2.17	1.06	0.20
CV	108	.72	2.22	1.06	0.19
PG	108	0.002	2.40	0.40	0.54

Fuente: elaboración propia mediante SPSS.

4.2.1 Análisis de componentes principales (ACP).

Luego de medir de las dimensiones de los indicadores, verificar el supuesto de normalidad, comprobar que las comunalidades entre las variables, se realizó la prueba KMO, que resultó igual a 0.6, es indicando que había validez de constructo y que la idea de realizar un análisis factorial era buena, se procedió a ACP.

Mediante el análisis de componentes principales (ACP), se obtuvieron tres (3) componentes, que explican el 71.4% de la variabilidad del fenómeno investigado, lo cual es considerado aceptable. De acuerdo con CEPAL (2009) el mínimo porcentaje de varianza explicada aceptable es entre 70 y 80 %.

En Tabla 2, se presenta el porcentaje de varianza explicada cada componente que han sido extraídas mediante corrida basada en Autovalores (Autovalores mayores que 1).

Tabla 2. Varianza total explicada

Componente	Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	2.766	27.660	27.660
2	2.352	23.521	51.181
3	2.025	20.246	71.427

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Para lograr una mejor visualización de las variables que mayor saturación relativa tienen en cada componente extraído, se utilizó la rotación mediante el método varimax, convergiendo dicha rotación en 4 iteraciones.

Y finalmente se obtuvo los coeficientes para el cálculo de las puntuaciones en las componentes, que contiene las ponderaciones para cada variable. Mediante estos coeficientes se construyó la ecuación lineal para cada una de las componentes extraídas, basadas en las variables y las puntuaciones. Las ecuaciones que definen la estructura de las variables explicativas de la competitividad de la minería de hierro (ICMFe), en sus componentes principales son:

$$\text{Comp. 1} = .360 \text{ SHt} + .341 \text{ ETP} + .283 \text{ PG} \quad (9)$$

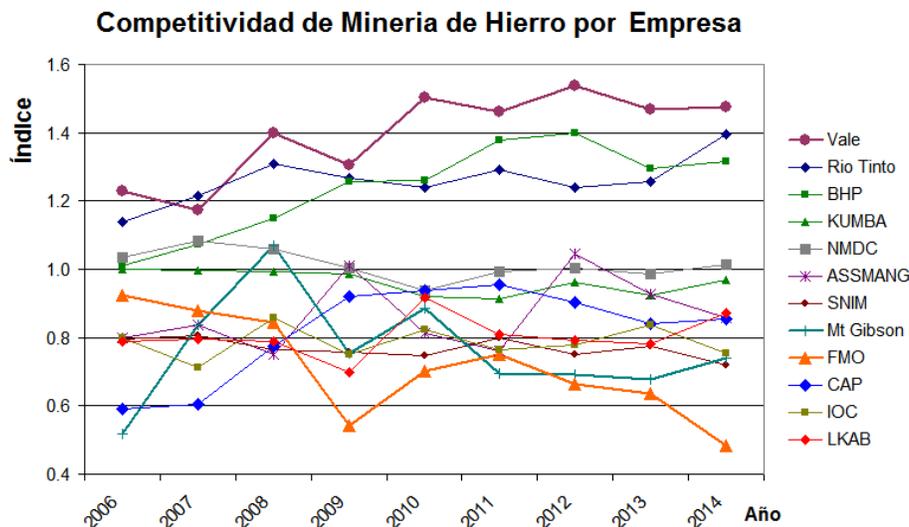
$$\text{Comp. 2} = .323 \text{ PFT} + .364 \text{ CP} + .363 \text{ CV} \quad (10)$$

$$\text{Comp. 3} = -.292 \text{ RE} + .407 \text{ CUc} - .242 \text{ EIV} + .433 \text{ EC} \quad (11)$$

$$\text{ICMFe} = 0.276 \text{ Comp. 1} + 0.235 \text{ Comp. 2} + 0.202 \text{ Comp. 3} \quad (12)$$

En la Figura 2, se presenta la curva de resultados obtenidos para la competitividad de la minería de hierro, aplicando la estructura de ecuaciones obtenidas desde el ACP a los valores de las variables para los años 2006 al 2014.

Figura 2. **Competitividad de minería de hierro por empresa obtenido mediante el ACP.**



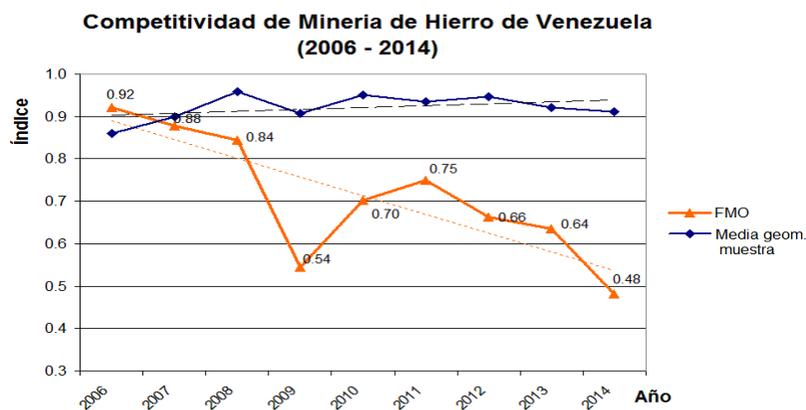
Fuente: elaboración propia mediante cálculos con SPSS.

4.2 Competitividad de la industria minera de hierro de Venezuela.

La presente investigación revela que la empresa Ferrominera Orinoco (FMO) de Venezuela, presenta una caída en el nivel competitivo. Es importante resaltar que en el año 2006, FMO estuvo en una posición competitiva aceptable respecto al resto de los participantes de la muestra, ocupaba el 6to lugar respecto a la muestra, y ya en 2014 ocupó la última posición respecto a la muestra, tal como se puede apreciar en la Figura 2.

Por otro lado, en los resultados se observa que en 2006 FMO, que estuvo sobre la media geométrica de la industria, presentó tendencia a alejarse de esta media con tendencia negativa, tal como de muestra en la Figura 3.

Figura 3. **Índice de competitividad de minería de hierro de FMO de Venezuela.**

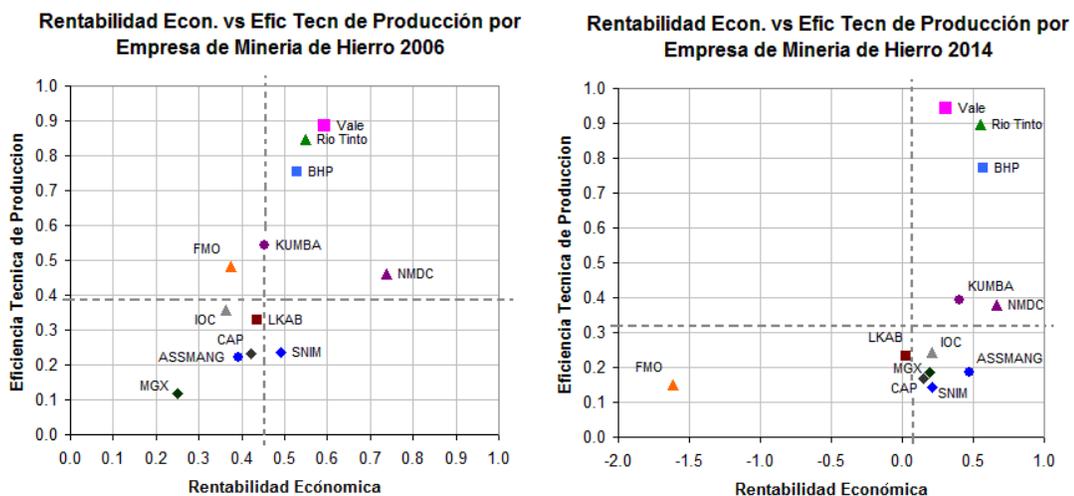


Fuente: elaboración propia.

De la revisión de los resultados, se desprende que el desplome en el nivel competitivo de FMO de Venezuela, puede explicarse en la caída en las variables ETP, RE, SH, EIV y elevación CU, tal como se puede observar en las graficas de tendencias de estas variables en el apéndice 1.

En la Figura 4, se presenta la evolución de la rentabilidad económica vs la eficiencia técnica de producción de 2006 al 2014. En 2016, la empresa FMO estaba ubicada en el cuadrante superior izquierdo, caracterizadas por relativa alta eficiencia productiva, pero con relativa baja rentabilidad y para 2014, FMO pasó al cuadrante inferior izquierdo, que caracteriza a los negocios en dificultades por presentar baja eficiencia productiva y baja rentabilidad.

Figura 4. Síntesis gráfica de la evolución de las variables rentabilidad económica vs eficiencia técnica de producción de 2006 a 2014.



Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la variable eficiencia técnica de producción, se observa que fue afectada por el aumento de la fuerza laboral y del capital, la cuales no fueron acompañadas por el correspondiente aumento de la producción. La producción de FMO presenta una caída de un 50% en 2014 respecto al 2005. La fuerza laboral paso ser casi 2 veces en 2014 respecto al 2005, tal como se puede apreciar en el apéndice B1.

La rentabilidad económica, ha sido afectada por la caída en los beneficios (EBIT), consecuencia de la reducción del margen del costo de producción vs los ingresos por ventas, lo que se puede apreciar en el apéndice B2.

La eficiencia ingresos por ventas, ha sido afectada por la caída en los ingresos, la elevación del costo de producción y del capital. Es importante destacar que a pesar que el capital se ha elevado la capacidad de producción ha permanecido constante en el período estudiado (ver apéndice B3).

El costo de producción se vio afectado por el aumento del costo de la fuerza laboral y esta a su vez por el incremento de la fuerza laboral, tal como se puede observar en el apéndice B4.

La participación de mercado (SH) de FMO ha decrecido en el periodo bajo estudio, este decrecimiento ha sido superior al presentado por la muestra, ver apéndice B4. Al ser SH directamente proporcional al volumen de ventas, se puede inferir que esta última ha sido la causa de esa mayor caída de SH en el caso de FMO.

En resumen, el aumento de la fuerza laboral y del costo laboral, ha tenido impacto sobre el margen de ganancias, que ha influido sobre el uso de la capacidad instalada, producción, ventas e ingresos por ventas, que se ha convertido en un ciclo recurrente por varios años, que han afectado el nivel competitivo de FMO Venezuela.

5. CONCLUSIONES:

En el estudio de esta naturaleza, donde se busca medir un constructo como la competitividad, no observable directamente, sino a través de otras variables observables, es difícil obtener toda la información que permita construir los indicadores para medirlo de manera precisa, por lo que su medición no es mas que una aproximación de la realidad, y en el caso del presente estudio es una aproximación bastante buena ya que los resultados son consistentes con la realidad.

Los resultados obtenidos en este estudio proporcionan una evidencia empírica que permite concluir que la participación de mercado, la rentabilidad económica, la eficiencia de ingresos, la eficiencia técnica de producción, el cambio de productividad y el costo medio puede medir el nivel de competitividad relativa de una empresa minera de hierro respecto a sus similares que participan en un mismo mercado.

Con la utilización del ACP en el procesamiento de los datos se obtuvieron índices adaptados a la característica comparativa del concepto de competitividad, ya que proporcionan medidas relativas de cada empresa en relación con las otras, pero con la deficiencia que la escala aportada es de intervalo, lo que puede crear confusión al tomar solo el valor. Esto podría ser mejorado complementando el procesamiento del ACP con otra técnica que permita un escalamiento a una escala de razón.

Los resultados revelan que en el periodo estudiado la minería de hierro de Venezuela se ha tornado menos competitiva, debido a que ha descendido en los niveles de rentabilidad, eficiencia de producción, ha perdido participación de mercado y su costo medio ha aumentado de manera desproporcionada como consecuencia del descenso en la producción en casi un 50% entre 2006 y 2014.

Los resultados competitivos de FMO de Venezuela, indican que para una empresa minera de hierro, no basta con poseer el potencial geológico, sino que

requiere de un esfuerzo de gestión para lograr materializar ese potencial en beneficios sustentables a largo plazo.

Es ampliamente conocido, que el costo es un factor decisivo para determinar el margen de beneficio, y el margen de beneficio es el determinante de la rentabilidad, y de acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, es uno de los factores principales para la competitividad de una empresa. Así, que la empresa FMO de Venezuela, requiere la imprescindible reducción de costos y mejoras en la eficiencia, para hacer frente a este nuevo ciclo del mercado de mineral de hierro, donde los precios están deprimidos.

El presente estudio, constituye un aporte la industria de minería de hierro de Venezuela, ya que aporta información relevante sobre su competitividad, aspecto de gran interés e importancia sobre todo actualmente donde el mercado internacional se ha tornado altamente competitivo.

REFERENCIAS

- ARM (2016). Integrated annual report 2016. Disponible en: http://www.arm.co.za/im/r_annual.php
- Caves, Christensen y Diewert (1982). The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity. *Econometrica*, Vol. 50, No. 6 (Nov., 1982), 1393-1414. Disponible en: <http://www.aae.wisc.edu/aae741/Ref/Caves%20Econometrica%201982.pdf>
- Centro Nacional de Productividad de Colombia (2008) *Medición de la productividad del valor agregado*. Revista Técnica Administrativa. ISSN 1666-1680. Vol.:07, Nro.:02 Buenos Aires. Disponible en: <http://www.cyta.com.ar/ta0702/v7n2a3.htm>
- CEPAL (2007). La compétitivité: une approche méthodologique. Disponible en: <http://www.cepal.org/mexico/capacidadescomerciales/CD%20Taller%20Hait%ED/Documentos/3.Competitivite%20Haiti-JMM%20y%20RG.pdf>
- CEPAL (2009). Guía metodológica: diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible. Naciones Unidas. Santiago de Chile.
- Claver E., Llopis TJ., Molina H., Canea F. y Malina J. (2000). La tecnología como factor de competitividad: un análisis a través de la teoría de recursos y capacidades. *Boletín de estudios económicos*. Vol. LV" N." 169" Abril 2000. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/16369643.pdf>
- Coelli T., Rao P., O'Donnell Ch. y Battese G. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Segunda edición 2005. Editorial Springer.
- FMO (2017). Plan estratégico 2017 – 2022. Disponible en: <http://www.ferrominera.com>
- Galende J. (2006). Analysis of Technological Innovation from Business Economics and Management (2006). *Technovation*, Vol. 26, Issue 3, p. 300-311 2006. Disponible en: <https://ssrn.com/abstract=1502037>
- Kumba (2016). Kumba Iron Ore Limited Integrated Report 2016. Disponible en: <https://www.angloamericankumba.com/investors/annual-reporting/reports-archive/2016.aspx>
- LKAB (2014). Annual and sustainability report 2014. Disponible en: <https://www.lkab.com/en/investors/financial-reports/annual-and-sustainability-reports/>
- Lovell K. (1993). *Production Frontiers and Productive Efficiency. Techniques and Applications*. New York, Oxford University Press. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/239060004_Production_Frontiers_and_Productive_Efficiency

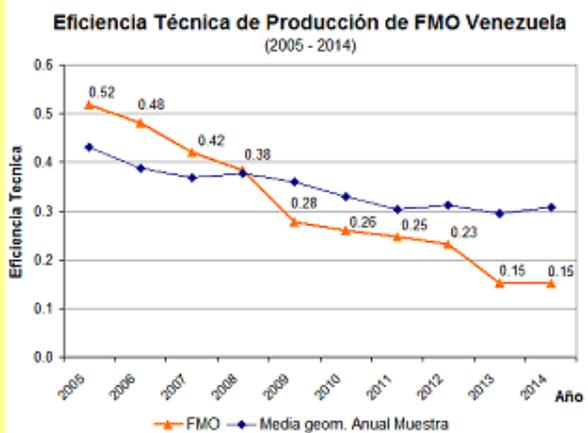
- McFetridge (1995). *Competitiveness: Concepts and Measures*. Paper No 5 1995, Department of Economics, Carleton University. Occasional Paper published by Industry Canada of the federal government. Industry Canada. Disponible en: [https://www.ic.gc.ca/eic/site/eas-aes.nsf/vwapj/op05e.pdf/\\$file/op05e.pdf](https://www.ic.gc.ca/eic/site/eas-aes.nsf/vwapj/op05e.pdf/$file/op05e.pdf) .
- Mining Australia, (April 20 2015). Rio Tinto powering ahead with Pilbara iron ore expansion. Mining Australia. Disponible en: <http://www.miningaustralia.com.au/news/rio-tinto-powering-ahead-with-pilbara-iron-ore-exp>
- NMDC (2016). NMDC. Corporate presentation. Disponible en: <https://www.nmdc.co.in>
- Peretto C. (2016). Métodos para medir y evaluar la eficiencia de unidades productivas. Revista Investigación operativa - año XXIV- nº 39 - Sección artículos científicos - paginas 5 a 25. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/download/16540/16354>
- Rio Tinto (2013). Rio Tinto Innovation. Presentation to Austmine May 2013. Perth, Western Australia. Disponible en: https://www.engineering.unsw.edu.au/mining-engineering/sites/mine/files/u12/austmine_presentaion_innovation_may_2013.pdf.
- Rio Tinto (2014). Annual report 2014. Disponible en: http://www.riotinto.com/documents/RT_Annual_report_2014.pdf
- Rodríguez M. L. (2012). Análisis de Estados Financieros. Un enfoque en la Toma de Decisiones. McGraw Hill. Mexico.
- Rondón O. (2014). Nueva visión de costeo: All in Sustaning Cost, Growth y el Cash Cost. Glencore Disponible en: <http://www.gestionminera.com.pe/2014/pdf/cotabilidadycostos/14.00%20-%2014.25%20Rondon%20Oswaldo.pdf>.
- Schwarz S. y Garay V. (2015). Competitividad de la minería chilena del cobre. Comisión Chilena del cobre. Ministerio de Minería. Gobierno de Chile. Disponible en: http://programaaltaley.cl/wp-content/uploads/2015/10/Informe_Competitividad_de_la_mineria_chilena_del_cobre.pdf
- SNIM (2013). SNIM Vision & Strategic Program. Disponible en: <http://www.snim.com/index.php/news-a-media/publications.html>
- Thijs Raa (2009). The economics of benchmarking. Measuring performance for competitive advantage. Ed. Palgrave Macmillan. New York. 2009. ISBN: 978-0-230-22438-4.
- Villalva J. (2017a). Eficiencia de la Minería de Hierro de Venezuela – Análisis Mediante el Enfoque de la Frontera Estocástica. Negotium. Revista Científica Electrónica de Ciencias Gerenciales. Núm. 36 (año 12) pág. 35-62. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/320858513>
- Villalva J. (2017b). Variables Explicativas de la Competitividad de la Minería de Hierro. Negotium. Revista Científica Electrónica de Ciencias Gerenciales. núm. 37 (año 13) pág. 74-108. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/320864037>

APENDICE A

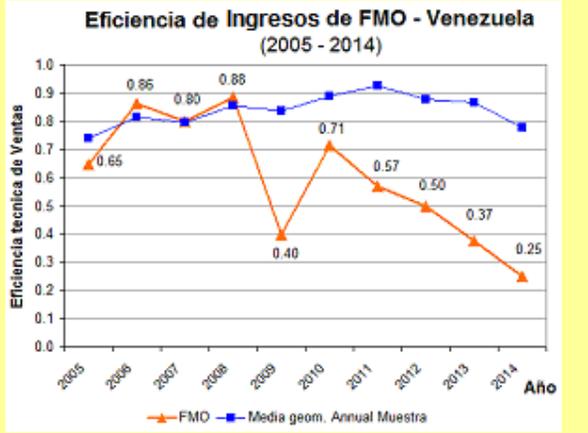
Principales variables explicativas de la competitividad de FMO Venezuela: RE, ETP, SH, EIV y CU.

<p>Apéndice A1:</p>	<p style="text-align: center;">Rentabilidad Económica de FMO Venezuela (2005 - 2014)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Rentab. Econom.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2005</td><td>0.29</td></tr> <tr><td>2006</td><td>0.38</td></tr> <tr><td>2007</td><td>0.16</td></tr> <tr><td>2008</td><td>0.22</td></tr> <tr><td>2009</td><td>-1.37</td></tr> <tr><td>2010</td><td>-0.11</td></tr> <tr><td>2011</td><td>0.02</td></tr> <tr><td>2012</td><td>-0.40</td></tr> <tr><td>2013</td><td>-0.22</td></tr> <tr><td>2014</td><td>-1.61</td></tr> </tbody> </table>	Año	Rentab. Econom.	2005	0.29	2006	0.38	2007	0.16	2008	0.22	2009	-1.37	2010	-0.11	2011	0.02	2012	-0.40	2013	-0.22	2014	-1.61
Año	Rentab. Econom.																						
2005	0.29																						
2006	0.38																						
2007	0.16																						
2008	0.22																						
2009	-1.37																						
2010	-0.11																						
2011	0.02																						
2012	-0.40																						
2013	-0.22																						
2014	-1.61																						
<p>Apéndice A2:</p>	<p style="text-align: center;">Participación de Mercado de FMO Venezuela (2005 - 2014)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>% Partic. Mercado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2005</td><td>2.9</td></tr> <tr><td>2006</td><td>2.4</td></tr> <tr><td>2007</td><td>2.1</td></tr> <tr><td>2008</td><td>1.8</td></tr> <tr><td>2009</td><td>1.2</td></tr> <tr><td>2010</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>2011</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>2012</td><td>1.1</td></tr> <tr><td>2013</td><td>0.7</td></tr> <tr><td>2014</td><td>0.6</td></tr> </tbody> </table>	Año	% Partic. Mercado	2005	2.9	2006	2.4	2007	2.1	2008	1.8	2009	1.2	2010	1.3	2011	1.3	2012	1.1	2013	0.7	2014	0.6
Año	% Partic. Mercado																						
2005	2.9																						
2006	2.4																						
2007	2.1																						
2008	1.8																						
2009	1.2																						
2010	1.3																						
2011	1.3																						
2012	1.1																						
2013	0.7																						
2014	0.6																						
<p>Apéndice A3:</p>	<p style="text-align: center;">Costo Unitario C1 de FMO Venezuela (2005 - 2014)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>US\$/Ton</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2005</td><td>~15</td></tr> <tr><td>2006</td><td>~20</td></tr> <tr><td>2007</td><td>~25</td></tr> <tr><td>2008</td><td>~45</td></tr> <tr><td>2009</td><td>~90</td></tr> <tr><td>2010</td><td>~95</td></tr> <tr><td>2011</td><td>~70</td></tr> <tr><td>2012</td><td>~85</td></tr> <tr><td>2013</td><td>~75</td></tr> <tr><td>2014</td><td>~115</td></tr> </tbody> </table>	Año	US\$/Ton	2005	~15	2006	~20	2007	~25	2008	~45	2009	~90	2010	~95	2011	~70	2012	~85	2013	~75	2014	~115
Año	US\$/Ton																						
2005	~15																						
2006	~20																						
2007	~25																						
2008	~45																						
2009	~90																						
2010	~95																						
2011	~70																						
2012	~85																						
2013	~75																						
2014	~115																						

Apéndice A4:



Apéndice A5:

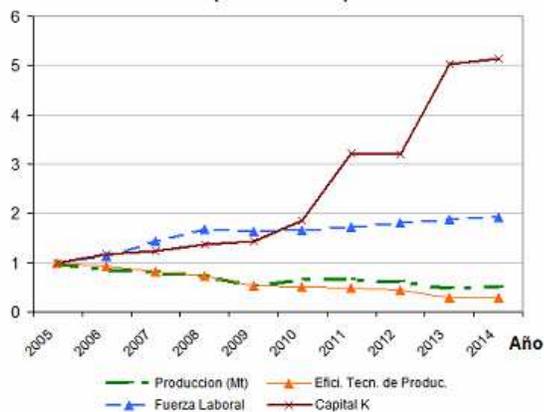


APENDICE B

Tendencias de las variables explicativas de la competitividad de FMO Venezuela vs factores productivos

Apéndice B1:

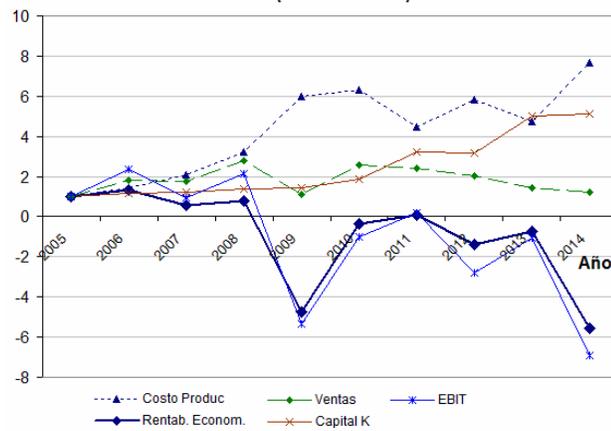
ETP vs Produc, Fuerza Laboral y Capital de FMO (2005 -2014)
(Año Base 2005)



Apéndice B2:

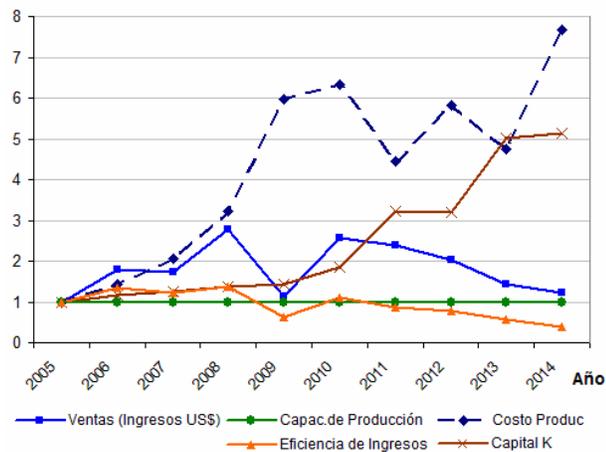
Rentabilidad Económica Vs EBIT, Costo, Ventas y Capital de FMO (2005 - 2014)

(Año Base 2005)



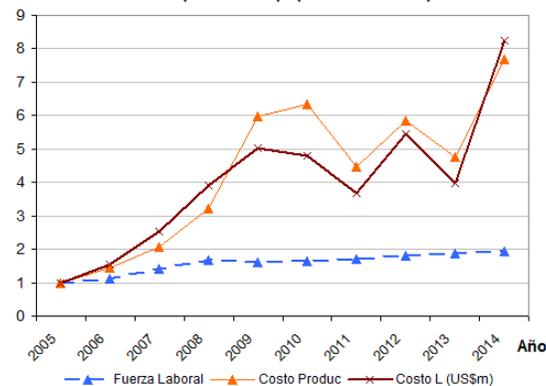
Apéndice B3:

E IV vs Ventas (Ingresos), Costo, Capital y Capacidad de Produc. FMO (2005 -2014) - (Año Base 2005)



Apéndice B4:

Costo de Produc. vs Costo Laboral y Fuerza Laboral FMO (2005 -2014) - (Año Base 2005)



Apéndice B5:

**Participación de Mercado (SH) vs Ventas de FMO
Venezuela (2005 -2014)
(Año Base 2005)**

