



*Ministerio de Educación Superior
Instituto Minero-Metalúrgico
"Doctor A. Núñez Jiménez"*

*Facultad de Metalurgia y Electromecánica
Departamento de Metalurgia*

Trabajo de Diploma

*Caracterización del taller de fundición de la
Empresa Mecánica del Níquel "Cdte. Gustavo
Machín Hoed de Beche".*

Yuriannis Labrada Peña.

*Curso 2006-2007
"Año 49 de la Revolución"
Moa – Holguín*



*Ministerio de Educación Superior
Instituto Minero-Metalúrgico
"Doctor A. Núñez Jiménez"*

*Facultad de Metalurgia y Electromecánica
Departamento de Metalurgia*

Trabajo de Diploma

*Caracterización del taller de fundición de la
Empresa Mecánica del Níquel "Cdte. Gustavo
Machín Hoed de Beche".*

AUTOR: Yuriannis Labrada Peña.

Firma: _____

TUTORES: Ing. María Victoria Rojas Fernández.

Firma: _____

Ing. Germán Romero Suárez.

Firma: _____

*Curso 2006-2007
"Año 49 de la Revolución"
Moa – Holguín*

PENSAMIENTO.

“El futuro de nuestra patria, tiene que ser necesariamente el futuro de hombres de ciencia.”

Fidel Castro Ruz.

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo con todo el amor que se merecen:

A mi mamá Arelis Peña y a mi abuelita Caridad Fajardo Osorio.

A mis hermanos, Jose Ángel Estrada Peña y Wilfredo Labrada.

A mi novia Yennis Ávila Torres.

A mis tíos, Alexis, Ariel, Adel, Adelson, Arnoldo, Armandito
y a mis primos.

AGRADECIMIENTOS.

El desarrollo de este trabajo lleva implícito una serie de gratos esfuerzos y apoyo de muchas personas a las cuales quiero agradecer:

A mi mamá Arelis Peña Fajardo, que con su confianza y amor puso todo su empeño en mi realización.

A mi abuela Caridad Fajardo Osorio, por su cariño y dedicación.

A mi novia Yennis Ávila Torres, por su incalculable ayuda y confianza.

A mis tíos, por su apoyo y preocupación por mi realización como profesional.

A mis suegros Ivía Estela Torres y Ezequiel Ávila, por su apoyo y comprensión.

A mis amigos y compañeros de estudio, por su reiterado apoyo incondicional.

A mis tutores María Victoria Rojas Fernández y Germán Romero Suárez, por toda su ayuda en la realización de este trabajo.

A mi comandante Fidel Castro Ruz, líder de esta revolución a la que debo tanto.

RESUMEN.

En el presente trabajo se hace una caracterización del taller de Fundición de la Empresa Mecánica del Níquel “Cmdte Gustavo Machín Hoed de Beche” teniendo en cuenta las condiciones actuales del mismo, tomando como base la memoria explicativa de diseño, con el objetivo de determinar la capacidad de producción que este puede asimilar, teniendo en cuenta el equipamiento existente y su fuerza de trabajo. Para ello se caracterizan las áreas fundamentales que lo componen y se definen los principales parámetros que influyen en la eficiencia de cada una de ellas y del taller en general.

Luego de caracterizadas las áreas fundamentales y determinado el volumen de producción real, se hace un análisis de las producciones realizadas durante los años 2005 y 2006, donde se pudo comprobar la baja eficiencia durante este período siendo de 24% y 28 % respectivamente.

ÍNDICE.

CONTENIDO.

RESUMEN.

INTRODUCCIÓN-----	1
CAPITULO I. ESTADO DEL ARTE-----	5
I.1. Antecedentes-----	5
I.2.Revisión bibliográfica-----	7
I.3.Resumen del capitulo-----	13
CAPÍTULO II. MATERIALES Y METODOS-----	14
II.1.Características del taller de fundición de la Empresa Mecánica del Níquel--	14
II.1.1.Programa productivo de fabricación de piezas-----	14
II.1.2Característica de las piezas según su peso-----	15
II.1.3.Distribución del trabajo de las áreas fundamentales y auxiliares por turnos-----	17
II.2.Disposiciones generales para la organización de la producción-----	18
II.3.Proceso tecnológico, nueva técnica, mecanización y automatización del proceso tecnológico-----	20
II.4.Datos finales del proceso tecnológico de obtención de piezas-----	25
II.5.Equipamiento fundamental-----	26
II.5.1.Equipos de moldeo – vertido – desmoldeo-----	26
II.5.2.Cantidad de máquinas de moldeo y puestos de trabajo para las piezas de acero y hierro-----	26
II.5.3.Equipamiento para el área de machería-----	27
II.5.4.Cantidad de hornos para el secado de los machos-----	27
II.5.5.Equipamiento para la elaboración de mezclas-----	28
II.5.6.Cantidad de mezcladoras-----	28
II.5.7.Cantidad de hornos-----	29
II.5.8.Equipos para el secado de la arena-----	30
II.6.Datos generales-----	30
II.7.Datos generales sobre los recursos energéticos del taller de fundición--	31
II.8.Datos fundamentales e índices técnico- económicos-----	31
II.9. Dimensiones de las áreas y sectores-----	33
II.10. Relación entre las áreas productivas del taller-----	34

CAPITULO III. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS -----	35
III.1.Características actuales del taller de fundición de la Empresa Mecánica del Níquel-----	35
III.2.Régimen de trabajo-----	36
III.3.Caracterización de las áreas fundamentales del taller de fundición-----	36
III.3.1.Fusión (incluyendo preparación de la carga)-----	36
III.3.2.Moldeo – vertido – desmoldeo (incluyendo secado de la arena)-----	37
III.3.3.Preparación de mezclas (incluyendo las tolvas)-----	38
III.3.4.Machería (incluyendo estufas de secado)-----	38
III.3.5.Desbarbado, limpieza y tratamiento térmico-----	39
III.3.6.Área de pintura y producción terminada-----	39
III.4. Composición de los trabajadores-----	39
III. 5. Relación entre las áreas productivas del taller-----	40
III.6. Análisis de resultados-----	40
III.6.1.Análisis de la producción del taller en el año 2005-----	41
III.6.2. Laboriosidad-----	44
III.6.3. Datos fundamentales e índices técnico- económicos-----	45
III.6.4. Análisis de la producción del taller en el año 2006-----	46
III.6.5. Laboriosidad.-----	48
III.6.6. Datos fundamentales e índices técnico- económicos-----	49
CONCLUSIONES -----	51
RECOMENDACIONES -----	52
BIBLIOGRAFÍA -----	53

INTRODUCCIÓN

El perfeccionamiento de la economía se ha convertido, desde hace algunos años, y en casi todas las latitudes, en centro de atención de los innovadores y estudiosos del tema. Ello es el resultado de las nuevas y elevadas exigencias que la Revolución Científico-Técnica le plantea a la industria contemporánea. La situación económica actual en nuestro país se relaciona con los cambios experimentados en la propiedad, así como las relaciones entre plan y mercado. Un papel importante ha jugado también el perfeccionamiento empresarial, siendo uno de los factores que más ha de llevar al desarrollo futuro del país.

Los adelantos tecnológicos producidos en los últimos años han motivado el incremento de la importancia que se le concede al estudio del proceso de fabricación de los productos, y como elemento indispensable para el aseguramiento de la cantidad y calidad de la producción, donde se deben de utilizar coordinadamente los hombres, equipos, materiales, energía e información, en conjunto con el medio ambiente.

Debido a la creciente competencia en el mercado mundial las empresas cubanas se ven obligadas a incrementar la calidad y a realizar un amplio estudio en la preparación, ejecución y venta de la producción, con el objetivo de optimizar y aprovechar al máximo cada proceso elaborando productos que sean capaces de competir al mas alto nivel en un mercado cada vez mas globalizado.

La fundición presenta una incidencia notable en la industria mecánica de cualquier país dado que por este proceso tecnológico se fabrican casi la totalidad de las bancadas y carcazas de las máquinas, así como numerosas piezas y semiproductos. El costo de producción por fundición se refleja fuertemente en el costo total de la pieza o máquina.

Las piezas fundidas son más económicas con un costo de 20 – 25 % del costo total en las máquinas con relación a piezas fabricadas por otros métodos tales como soldadas, laminadas, estampadas, forjadas, etc. La elaboración correcta de los procesos tecnológicos es la premisa necesaria para obtener altos índices cualitativos y cuantitativos en fundición. La proyección del proceso de producción de las piezas fundidas se basa en la experiencia de los países más desarrollados y en los avances científicos en la rama de la Fundición.

Los índices fundamentales que se contemplan para medir la productividad y rentabilidad del taller son:

- Volumen de producción (t/año)
- Producción realizada por obrero [$t / (\text{obrero} * h)$]
- Producción por área del taller (t/m^2)
- Costo por producción (\$/t)
- Producción por peso invertido (\$/\$)

El presente trabajo se realizó en el taller de fundición de la Empresa Mecánica del Níquel "Cdte. Gustavo Machín Hoed de Beche", este fue diseñado para la producción de acero, hierros fundidos y metales no ferrosos, con el objetivo de cubrir las necesidades de reparación y mantenimiento de las empresas productoras de níquel y otros sectores, para un volumen de producción de 2330 ton de piezas fundidas al año, por ello se hace imprescindible la necesidad de encaminar los esfuerzos en la modernización y elevación de la eficiencia económica.

El proceso de producción en el taller de fundición está basado en un sistema de producción para piezas unitarias y en pequeñas series, contando con el mecanizado de algunas operaciones teniendo en cuenta el volumen de piezas, distribución por peso y la naturaleza de la fundición.

La gestión de las capacidades de producción tiene como fin determinar y aplicar las acciones que garanticen poner la magnitud y la utilización de las mismas al nivel que requiere la demanda de los clientes con la máxima eficiencia posible.

En este taller se han introducido modificaciones en el equipamiento lo que incluye un nuevo método de moldeo (químico) y un horno de arco eléctrico, así como mejoras en el equipamiento existente, por ello es necesario determinar la capacidad de producción para las condiciones actuales, lo que garantiza una correcta planificación.

Otro factor que influye directamente sobre la capacidad de producción es la fuerza de trabajo la cual ha variado desde que se diseñó hasta la fecha.

Problema: Desconocimiento de la capacidad de producción existente en el taller de fundición de la EMNi.

Hipótesis:

Una vez caracterizado el taller se podrá entonces determinar la capacidad de producción actual, lo que facilitará la planificación y mejorara el aprovechamiento de la capacidad instalada.

Objeto de estudio:

El proceso productivo del taller de fundición de la EMNi.

Campo de acción.

Áreas fundamentales del taller de fundición de la Empresa Mecánica del Níquel “Comandante Gustavo Machín Hoed de Beche”.

Objetivo general:

Caracterizar el proceso productivo del taller de fundición de la EMNi.

Como **objetivos específicos** nos planteamos:

- I. Caracterizar las áreas principales del taller de fundición de la EMNi.
- II. Determinar los factores que influyen en la productividad de cada área.
- III. Determinar la capacidad de producción actual del taller.

Tareas de investigación.

1. Gestión de la documentación técnica del equipamiento.
2. Caracterización de las áreas fundamentales de producción que conforman el taller.
3. Definición de los parámetros fundamentales que influyen en la eficiencia del taller en cada área.
4. Determinación de la productividad del taller de fundición de la EMNi.

Aportes esperados en esta investigación:**En lo económico:**

El aprovechamiento de la capacidad instalada en el taller, lo que permitiría un uso racional del equipamiento, un aumento de la productividad y con ello mayores ingresos.

En lo social:

Humanización del trabajo.

En lo ecológico: Aprovechamiento racional de los recursos.

Metodología de la investigación.

El trabajo se comienza con una búsqueda bibliográfica relacionada con el tema, se gestiona toda la documentación técnica del equipamiento, así como la memoria descriptiva de diseño del taller, en base a esta última se procede a la caracterización actual de cada una de las áreas fundamentales, se determinan los parámetros que influyen en la productividad de cada una de ellas y finalmente se determina la capacidad de producción con las condiciones actuales del equipamiento así como la fuerza de trabajo existente.

En el desarrollo del trabajo, se seguirán las fases o etapas siguientes:

- I. Validación de la capacidad de producción por áreas fundamentales del taller de fundición. Estas áreas son:
 - I.1. Fusión (incluyendo preparación de la carga).
 - I.1.2. Moldeo – vertido – desmoldeo (incluyendo secado de la arena).
 - I.1.3. Preparación de mezclas (incluyendo las tolvas).
 - I.1.4. Machería (incluyendo estufas de secado).
 - I.1.5. Desbarbado, limpieza y tratamiento térmico.
 - I.1.6. Área de pintura y producción terminada.
- II. Definición de los parámetros que influyen en la productividad de cada área fundamental.
- III. Determinación de la productividad del taller de fundición de la EMNi.

CAPITULO I

ESTADO DEL ARTE.

1.1 Antecedentes

La metalurgia es una de las profesiones más antiguas que dominó el hombre. Existen datos de que hace más de 6000 años en los territorios actuales de la india y China eran ya conocidos algunos metales. El uso de los metales en Europa comenzó 3000 años antes de nuestra era. Por lo visto, los primeros metales que comenzó a utilizar el hombre fueron los metales nativos, el oro, el cobre, la plata y el hierro meteórico. En los siglos siguientes el hombre diseñó las tecnologías que permiten obtener los metales a partir de los minerales. Por su significado para el desarrollo ulterior de la sociedad humana, este invento puede ser igualado al descubrimiento del fuego y debe ser puesto a un mismo nivel con los descubrimientos más grandes de la actualidad.

El primer contacto del hombre con metales en estado natural (oro, plata, cobre) se estima que ocurrió 7 000 – 4 000 años a. n. e. Su verdadera actividad como fundidores se inició posteriormente, cuando fue capaz de fundir el cobre a partir del mineral. Cuatro siglos antes de nuestra era ya el hombre conocía y procesaba el bronce al estaño, o sea, había aleado el cobre, obteniendo un producto con mejores propiedades de fundición. De bronce fabricó sus herramientas de trabajo, sus armas y sus obras de arte. Junto a los metales evolucionó el material del molde, el cual fue originalmente tallado en piedra blanda y posteriormente en barro cocido hasta llegar a algo muy similar a la mezcla actual de arena–arcilla.

El “siglo de bronce” viene a sustituir al “siglo de piedra”. Con otras palabras, periodos históricos completos están relacionados con el desarrollo de la producción de metales. (Vaniukov, V. A., Zaitsev, Ya. V.)

Con el transcurso del tiempo, el campo de aplicación se fue extendiendo a otros metales y aleaciones.

La producción por fundición como proceso mediante el cual puede obtenerse una forma metálica, es una de las actividades laborales más antiguas del hombre. El dominio de esta técnica, así como el perfeccionamiento y desarrollo de nuevos metales y aleaciones, es parte indisoluble del desarrollo histórico de la humanidad.

El desarrollo del hombre en la obtención de productos fundidos se manifestó tanto en Europa como en Asia y África. Antes del descubrimiento de América, ya existían en Europa verdaderos talleres de fundición en los cuales se obtenían piezas de distintos pesos.

En el siglo XIX, la producción por fundición, como consecuencia de la Revolución Industrial, alcanza un lugar importante como índice económico que garantiza el desarrollo industrial de un país. El proceso se desarrolla y adquiere, en forma general, la secuencia de producción con que lo conocemos actualmente.

En nuestros días, los talleres de fundición de los países más desarrollados, al calor de la revolución científico – técnica contemporánea, acometen las tareas de mecanización y automatización de los procesos, el desarrollo de nuevas tecnologías y el perfeccionamiento de las existentes.

El desarrollo de la producción por fundición en nuestro país es un acontecimiento muy ligado al triunfo de la revolución en 1959. Antes del triunfo revolucionario, toda la Industria contaba solamente con un aproximado de cuarenta talleres. Se han efectuado importantes inversiones para la construcción de nuevos talleres de fundición así como para la modernización de los existentes. Se le dedica particular atención a la producción de piezas fundidas de acero, bronce y hierro fundido fundamentalmente para la Industria Azucarera y otras grandes industrias como la del níquel.

El perfeccionamiento posterior de la tecnología, la mecanización y automatización en la elaboración de piezas fundidas, la elevación de su calidad y eficacia de la producción se realiza basándose en investigaciones científicas. En muchos casos los logros de la ciencia moderna permiten efectuar un cambio básico en el

proceso tecnológico, elevar considerablemente la productividad del trabajo, crear máquinas y máquinas automáticas nuevas para fundición y como resultado mejorar la calidad de los artículos y elevar la eficiencia en los talleres de fundición

1.2 Revisión bibliográfica

Para la realización de este trabajo se ha hecho una intensa búsqueda bibliográfica, se han consultado una serie de artículos, revistas y otros materiales, donde hemos podido comprobar que existe muy poco material relacionado con la temática. De hecho en el mundo un gran número de empresas dedicadas a esta actividad han tenido que cerrar, debido al elevado consumo de materia prima y el alto precio en que oscilan, no existe un método de control sobre ello, lo que hace que la mayoría de los talleres hoy en día no sean rentables, independientemente de la tecnología de fabricación por la que se obtengan las piezas fundidas.

La pérdida de metal en el sistema de alimentación es uno de los factores que mas influye en los índices técnico-económicos, la eficiencia tecnológica es muy difícil de determinar, sobre todo en talleres donde las producciones no sean seriadas. La calidad de la piezas fundidas depende en gran medida de la elección correcta del proceso tecnológico a utilizar, desde el punto de vista económico para las condiciones de producción determinada es la tarea más importante para el tecnólogo-fundidor. Sin embargo uno de los índices más adecuado para evaluar la efectividad del proceso tecnológico de obtención de una pieza fundida es el coeficiente de rendimiento de la colada $K(c)$. Este coeficiente es de carácter general y abarca todo tipo de pérdida, se estima que desde un punto de vista más práctico es conveniente establecer un índice de consumo de metal en relación con la masa líquida vertida en el molde, sin considerar las pérdidas normales en el vertido (salpicaduras, residuos de metal en la cazuela). Dicho índice abarca en lo fundamental el consumo de metal líquido en la pieza en sí, en las mazarotas, sistema de alimentación y en el margen de maquinado. Este índice se denomina rendimiento tecnológico del molde $K(t)$ y se expresa como el cociente de dividir la masa de la pieza terminada entre la masa de metal líquido vertido en el molde, multiplicado por 100, quedan excluidas de este coeficiente las pérdidas en el vertido y la masa de piezas defectuosas. Indudablemente el valor del rendimiento económico $R(t)$ será medida objetiva del grado de perfeccionamiento del proceso

tecnológico de las piezas fundidas, aunque no abarque todas sus fases. El valor de $R(t)$ depende del tipo de pieza (configuración y dimensiones), características y complejidad del sistema de alimentación. Naturalmente la mayor influencia del rendimiento económico la tiene la masa del metal líquido que se consume en los sistemas de alimentación, lo cual a su vez es función de las características de la pieza y su destino posterior.

Casimir, 2003 y García, 2004 en sus investigaciones determinaron la eficiencia metálica del taller de fundición de la EMNi respecto al sistema de alimentación con relación al peso de las piezas fundidas y para diferentes tipos de aleaciones respectivamente. Casimir agrupó las piezas según su peso y determinó la cantidad de metal consumido en sistema de alimentación, así como el rendimiento tecnológico para cada grupo, y García los agrupó además de su peso, según el material de que fueron fabricadas, ambos obtuvieron valores de gasto de metal en sistema de alimentación dentro los rangos permisibles para las diferentes aleaciones y el rendimiento $K(t)$ alrededor del 75 %, no obstante es necesario perfeccionar el cálculo de los sistemas de alimentación, para ello hay que analizar de los diferentes métodos que existen cual puede ser el más eficiente.

La idea de la construcción de hornos eléctricos comenzó a tomar forma a mitad del siglo XVIII. Su utilización efectiva a escala industrial se inició solamente después de 1900, obteniéndose su máxima aceptación después de la segunda guerra mundial, cuando la energía eléctrica comenzó a disminuir de precio tornándose competitiva con los combustibles tradicionales. Uno de los factores que facilitan la adopción de esta tecnología es el hecho de que el precio de la energía eléctrica ha ido disminuyendo, tanto por las eficiencias propias del sector industrial como por avance tecnológico. Así los costos de instalación se han vuelto competitivos en relación a gases combustibles, ya no es inaccesible para los pequeños y medianos industriales implementar esta energía.

Suárez, 2004

En su trabajo hace un estudio sobre la eficiencia tecnológica en el área de fusión del taller de fundición en la EMNi, en el mismo se hace un análisis del consumo de materiales para un determinado volumen de metal durante un período de

tiempo, resultando ser elevado. Además hace un análisis del consumo de energía para obtener dicho metal, que también resulta elevado, analiza el tiempo real de colada, así como la cantidad de coladas realizadas durante el período analizado, comprobando que existen irregularidades o inestabilidades en el consumo energético repercutiendo en la baja eficiencia tecnológica en esa área. Es necesario analizar otros parámetros que también influyen en la eficiencia como es la preparación del personal técnico que allí labora, así como el régimen de trabajo de los hornos.

Las capacidades logísticas de las empresas son hoy en día un factor competitivo clave. La mayor parte de los sectores de actividad consideran a la logística como un objetivo estratégico, fundamental para competir en un mercado cada vez más global, dinámico y agresivo.

Ackoff, Porter y Steiner, 2000 en su trabajo destacaron en la interpretación y desarrollo del llamado modelo estratégico corporativo, el cual plantea que el ejercicio planificador se centra en los supuestos que la organización constituye una corporación en intenso intercambio con su ambiente o entorno, donde participan actores o competidores con capacidad de desequilibrar o potenciar las estrategias basadas en las fortalezas y debilidades que estas puedan tener en un medio complejo y dinámico. En este proceso la acción planificadora se centra en un primer nivel llamado corporativo, en donde a partir del análisis de entorno y el análisis interno, se desarrolla la filosofía institucional, en un segundo nivel llamado funcional, se desarrollan los planes funcionales caracterizados por su detalle en la configuración de los objetivos y metas tácticas a ejecutar por la organización a través de los programas y proyectos, y por último, un nivel denominado operacional basado en la ejecución de los programas por medio de los planes operativos con su vinculación respectiva al presupuesto. En el taller de fundición de la empresa mecánica del níquel, se utiliza el moldeo de piezas fundidas en verde a partir de arena y arcilla, proceso que resulta ineficiente por una serie de inconvenientes tecnológicos en las piezas terminadas, como son: baja productividad, deficiente acabado superficial, alta porosidad, inclusiones de arena, sopladuras, entre otras. Por todos estos inconvenientes es

apremiante la necesidad de búsqueda y aplicación de tecnología de avanzada que permita el despegue productivo del taller, con el consiguiente aumento de la eficiencia, así como la inserción en el mercado internacional.

La planificación estratégica según **Serna (2000)** constituye "el proceso mediante el cual quienes toman decisiones en una organización obtienen, procesan y analizan información pertinente, interna y externa, con el fin de evaluar la situación presente de la empresa, así como su nivel de competitividad con el propósito de anticipar y decidir sobre el direccionamiento de la institución hacia el futuro. La anterior definición precisa tres premisas esenciales en la comprensión del concepto: una primera donde ubica al proceso de planificación estratégica como acción de agentes decisorios mayormente ubicados en el nivel estratégico e interrelacionados con los niveles coordinativos y operativos. Una segunda premisa la cual ubica a la planificación estratégica como una actividad donde la abstracción de la realidad interna y externa de la organización, impulsa la elaboración de un tercer elemento basado en el desarrollo de futuros deseables y posibles, a fin de avizorar en perspectiva, las oportunidades de un entorno lleno de incertidumbres. Estas apreciaciones hacen de la planificación estratégica un sistema metodológico estructurado por procesos técnicos e instrumentales.

La operación central del proceso de producción por fundición es la elaboración del molde. El moldeo, considerándose como tal la producción de moldes y machos, requiere del esfuerzo laboral fundamental del proceso y todo indica que mantendrá su lugar preponderante en el futuro previsible. El trabajo más sostenido en el campo experimental, así como los principales resultados prácticos de los últimos años en la rama de la construcción de maquinaria, ha estado relacionado en lo fundamental, al desarrollo y perfeccionamiento de nuevas tecnologías y procesos de producción de moldes y machos.

Cada vez se hace más evidente que el desarrollo actual y futuro en la producción de moldes y machos está relacionado con procesos de índole química, de mayor

o menor grado de complejidad, como medio muy efectivo de desarrollar los mecanismos de endurecimiento en las mezclas de moldeo.

López, 2004 y Hernández, 2005

En sus trabajos realizan una investigación sobre los parámetros que influyen en la eficiencia, organización y control del área de moldeo del taller de fundición de la EMNi respectivamente, en ambos trabajos se parte del plan de cooperación de las piezas que se fabricaron durante un período determinado, López realiza una caracterización del área, aunque faltan algunos aspectos que también influyen en la eficiencia, tales como condiciones del equipamiento, calificación de los obreros, se calculó el consumo de mezclas de moldeo para todas las aleaciones que se fabricaron durante ese tiempo, así como los materiales de moldeo que se consumieron para elaborar esas mezclas y se representa gráficamente como es su comportamiento. Es por ello que se hace necesario determinar además de estos, otros parámetros que influyen en la eficiencia de esa área, como es la productividad por área y por obreros.

López, 2004 realiza un estudio de los parámetros tecnológicos que influyen en la producción de moldes con el objetivo de conocer la cantidad de material que se consume, para un volumen determinado de piezas, solo estudia tres meses (marzo, abril y mayo), lo que sin dudas es una limitación de su trabajo debido a la gran variabilidad de pedidos lo que no permite una correcta planificación.

Castillo, 2003 en su trabajo plantea que en el año 2001 se inició un proceso inversionista en el taller de fundición de la EMNi, con el objetivo de modernizar el área de moldeo que permitió la introducción del moldeo químico autofraguante, este resulta mucho más productivo, asegura mayor calidad de la superficie de la pieza fundida, mejora el control de las dimensiones, aminora el plazo de elaboración de la piezas, reduce los costos de mantenimiento, entre otros beneficios. En su trabajo describe los principales defectos de las piezas obtenidas en dicho taller, la determinación de las causas que los originan y la manera de prevenirlos. A pesar de tener un aumento en la productividad del taller con la utilización de esta novedosa tecnología, es necesario asimilarla completamente,

por lo que es imprescindible la capacitación de los obreros dedicados a esta actividad y seleccionar adecuadamente los materiales a utilizar.

El área de carga del taller de fundición de la EMNi es la encargada de preparar los materiales para la carga que se introduce en los hornos y así obtener el metal líquido que da lugar a la pieza fundida, aquí se verifica que estos tengan una composición química adecuada, además que estén secos, sin impurezas y que tengan el peso y tamaño adecuados. La carga metálica se realiza de acuerdo al balance de materiales, donde se refleja la cantidad necesaria de cada uno de ellos para garantizar la composición química de la aleación deseada.

Santiesteban, 2005 en su investigación realiza una detallada caracterización sobre los materiales de carga que allí se procesan, incluyendo la calidad, además de todo el equipamiento que se utiliza para ello, describe el método utilizado para realizar el cálculo de la carga, pero no se hace un análisis si es ese el más eficiente, también hace referencia a la organización de toda el área, existe una correcta organización del trabajo, según el esquema tecnológico del proceso.

Se determina la eficiencia del metal obtenido a partir de los materiales de carga de todas las aleaciones que se prepararon durante el período analizado, comprobando que la eficiencia metalúrgica de los hornos es buena ya que se logró alrededor del 95 %. Además se determina la eficiencia del metal útil a partir del metal obtenido en el horno, no ocurre lo mismo ya que aquí la eficiencia es relativamente baja debido fundamentalmente a la cantidad de metal consumido en sistema de alimentación, gran volumen de piezas defectuosas y la cantidad de metal que se queda en el horno después del vertido. También se determina el índice de rechazo resultando muy alto en todas las aleaciones estudiadas, así como el rendimiento de las ferroaleaciones, siendo en todos los casos muy bajo. No obstante debe realizarse un análisis sobre el método más idóneo del cálculo de la carga, sobre todo de las ferroaleaciones para mejorar su rendimiento, debe valorarse su granulometría, además debe hacerse un estudio sobre el tiempo de permanencia de las aleaciones en los hornos.

Resumen del capítulo.

Según la búsqueda bibliográfica realizada Hemos podido comprobar que existen pocos trabajos relacionados con el tema. Por ser un tema poco estudiado un gran número de empresas dedicadas a esta actividad han tenido que cerrar, debido al elevado consumo de materia prima y el alto precio en que oscilan, no existe un método de control sobre ello, lo que hace que la mayoría de los talleres hoy en día no sean rentables, independientemente de la tecnología de fabricación por la que se obtengan las piezas fundidas. La mayoría de los trabajos se realizan para áreas específicas y solamente se tienen en cuenta parámetros puramente técnicos cuando en realidad existen desde el punto de vista logístico y de organización de la producción muchos otros factores que influyen en la productividad del talles de fundición.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y METODOS.

El trabajo de investigación se realizó en el taller de fundición de la Empresa Mecánica del Níquel “Cmdte. Gustavo Machín Hoed de Beche”, tomando como base la memoria explicativa de diseño del mismo.

2.1 Características del taller de fundición de la Empresa Mecánica del Níquel.

El taller de Fundición de la Empresa Mecánica del Níquel “Cmdte Gustavo Machín Hoed de Beche” fue diseñado para la producción de acero, hierros fundidos y metales no ferrosos, para cubrir las necesidades de reparación y mantenimiento de las empresas productoras de níquel y otros sectores, para un volumen de producción de 2330 Tn de piezas fundidas al año. El proceso de producción en el taller de fundición está basado en un sistema de producción para piezas unitarias y en pequeñas series, contando con el mecanizado de algunas operaciones teniendo en cuenta el volumen de piezas, distribución por peso y la naturaleza de la fundición.

2.1.1. Programa productivo de fabricación de piezas.

Nro	Denominación de la aleación	Marca de la aleación	Producción anual, ton.		
			Industrias del Níquel	Consumo propio	Total
1	2	3	4	5	6
1	Acero		750	100	850
1.1	Manganeso (Hatfield)	110G13L	115	-	115
1.2	Resistente a la corrosión y termo resistente	185X34L	90	-	90
1.3	Baja aleación	35XML	60	-	60
1.4	Al carbono	35L	485	100	585
2	Hierro fundido		1230	70	1300
2.1	Gris	C4 15 – 32	780	70	850
2.2	Blanco	210X12 5	90	-	90
2.3	Aleado	B4	360	-	360
3	No ferroso		168	12	180
3.1	Base cobre	5 – 5 -5	120	-	120
3.2	Base aluminio	AL 5	48	12	60
Total			2148	182	2330

2.1.2. Característica de las piezas según su peso.

Nro	Grupo de piezas	Fundición de acero									
		manganeso		Termo resistente		Baja aleación		Al carbono		Total	
		%	ton	%	ton	%	ton	%	ton	%	ton /piezas
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Hasta 10	42	48,3	42	37,8	42	25,0	42	246,0	42	357,1/59600
2	10 – 25	14	16,1	14	12,8	14	8,4	14	82,0	14	119,3/6300

3	25 – 50	11	12,7	11	9,6	11	7,2	11	64,0	11	93,5/2500
4	50 – 100	8	9,2	8	7,3	8	6,6	8	47,0	8	68,1/908
5	100 – 250	19	21,8	19	17,1	19	11,4	19	111,0	19	161,3/920
6	250 – 500	6	6,9	6	5,4	6	3,4	6	35,0	6	50,7/135
7	500 – 1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		100	115	100	90	100	60	100	585	100	850/70363
Peso máximo, Kg.		500									
Dimensiones máximas, Kg.		1500x1000x500									

Nro.	Grupo de Piezas	Fundición de hierro							
		Gris		Blanco		Aleado		Total	
		%	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Ton/piezas
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Hasta 10	15	126.0	10	9.0	4	14.4	11.5	149,4 / 24800
2	10 – 25	20	171.0	15	13.5	8	28.8	16.4	213,3 / 12150
3	25 – 50	11	93.5	26	23.4	4	14.4	10.2	131,3 / 3550
4	50 – 100	8	68.0	37	33.4	33	119.0	16.9	220,4 / 2940
5	100 – 250	37	315.0	8	7.2	39	140.0	35.6	462,2 / 2640
6	250 – 500	4	34.0	4	3.5	7	25.2	4.8	62,9 / 167
7	500 - 1200	5	42.5	-	-	5	18.2	4.6	60,5 / 81
Total		100	850	100	90	100	360	100	1300 / 46328

Peso máximo, Kg.	1200
Dimensiones máximas, Kg.	1500x970x1200

Nro.	Grupo de Piezas	Fundición no ferrosa							
		Base cobre		Base aluminio		Total		Total del taller	
		%	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Ton/piezas
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Hasta 10	12	14,4	15	9,0	13	23,4 / 3900	22,8	529,9 / 88300
2	10 – 25	12	14,4	20	12,0	14,7	26,4 / 1510	15,4	359,0 / 19960
3	25 – 50	44	53,0	36	21,6	41,5	74,6 / 1990	12,8	299,4 / 8040
4	50 – 100	25	30,0	25	15,0	25	45,0 / 600	14,3	333,5 / 4448
5	100 – 250	7	8,2	4	2,4	5,8	10,6 / 61	27,2	634,1 / 3621
6	250 – 500	-	-	-	-	-	-	4,9	113,6 / 302
7	500 - 1200	-	-	-	-	-	-	2,6	60,5 / 81
Total		100	120	100	60	100	180 / 8061	100	2330 / 124762
Peso máximo, Kg.	1200								
Dimensiones máximas, Kg.	600								

2.1.3. Distribución del trabajo de las áreas fundamentales y auxiliares por turnos.

Nro.	Denominación	Turnos		
		I	II	III
1.	Fusión de hierro y acero	X	X	
2.	Fusión de aleaciones no ferrosas		X	
3.	Moldeo manual y mecanizado	X	X	
4.	Vertido del moldeo mecanizado	X	X	
5.	Vertido del moldeo manual		X	X
6.	Desmoldeo de las piezas del moldeo mecanizado	X	X	
7.	Desmoldeo de las piezas del moldeo manual			X
8.	Área de preparación de mezclas	X	X	
9.	Transporte de las mezclas de moldeo de retorno	X	X	X
10.	Área de fusión no ferrosa	X		
11.	Área de limpieza	X	X	
12.	Área de tratamiento térmico	X	X	X
13.	Almacén de materiales de moldeo	X	X	
14.	Preparación de los fundentes líquidos		X	
15.	Área de machería	X	X	
16.	Almacén de materiales de carga	X	X	
17.	Sector de pintura de las molduras	X		

2.1.4. Disposiciones generales para la organización de la producción.

En base a la organización de la producción por fundición se basa en el principio de la producción en cadenas y el trabajo mecanizado considerando el volumen de producción terminada.

La organización de la producción en cadena se utiliza hasta la culminación del ciclo tecnológico de la obtención de las molduras, incluyendo el pintado de las piezas.

Teniendo en cuenta las características de las piezas, según el peso y teniendo en cuenta el proceso tecnológico, el taller de fundición consta de las siguientes áreas, secciones y áreas de servicio:

1. Área especial con una instalación para la selección de la carga y corte de los materiales de dimensiones grandes, con un volumen de 562 Ton.
2. Área de moldeo – vertido – desmoldeo, incluyendo los sectores:
3. Moldeo manual y vertido de las piezas medianas con peso de 100 – 1200 Kg, para piezas de acero de hasta 130 Ton y de hierro hasta 340 Ton, área de 150 M².
4. Moldeo mecanizado de piezas de bronce con peso de hasta 100 Kg, para una producción de acero de 638 Ton y de hierro de 714,4 Ton, área total de 273 M².
5. Vertido de los moldes, área de 161 M².
6. Desmoldeo de los moldes, área de 91 M².
3. Área de machería – Común para todos los tipos de piezas, área de 243 M².
4. Área de fusión – Común para la fusión de hierro y acero, incluyendo el sector de preparación de la carga (pesaje y calentamiento).
5. Área de Preparación de las mezclas – común para las áreas de moldeo y machería.
6. Área de limpieza, incluyendo los sectores de:
 - ✓ Tratamiento térmico.
 - ✓ Eliminación de defectos en las piezas.
 - ✓ Limpieza de las piezas en los tambores limpiadores.
 - ✓ Rebaba y limpieza final de las piezas.
7. Área de aleaciones no ferrosas, incluyendo los sectores:
 - ✓ Fusión de aleaciones de aluminio y cobre.
 - ✓ Obtención de bujes por la fundición en máquinas centrífugas.
 - ✓ Moldeo – vertido – desmoldeo.
 - ✓ Rebaba u limpieza de las piezas.
8. Almacén de materiales de carga y refractarios.
9. Almacén de materiales de moldeo: Arenas grises, silicatos y los otros materiales de moldeo se trasladan en automóviles al almacén, donde serán seleccionados en lugares especiales para ello. Estos materiales serán almacenados solo por 90 días, área del almacén – 240 M².
10. Área de preparación de las arenas, destinada al secado y conservación de la arena seca.
11. Sector de reparación de cazuelas y hornos.
12. Sector de preparación del revestimiento y los materiales auxiliares de la carga.

13. Sector de pintura de las molduras. Las pinturas se reciben en el taller, preparadas del almacén central de la fábrica.
14. Almacén de producción terminada y cajas de moldeo, área de 648 M².
15. Sector de corte de arrabio fuera de dimensiones, área de 108 M².
16. Almacén de plantilla, destinado para la conservación operativa de las plantillas y cajas de moldeo.
17. Almacén auxiliar, para el almacenaje de los materiales auxiliares, 26 M².
18. Área para la reparación mecánica y taller eléctrico para a reparación parcial de los equipos y los servicios eléctricos. Las reparaciones capitales y medias de los equipos y el suministro del taller de las piezas de repuesto se realiza con la fuerza y los medios del mecánico y energético principal de la fábrica.
19. Laboratorio de metales y arena para determinar la composición del metal y las mezclas.
20. Área de plantillería con el almacén de plantillas, ubicado en el edificio Nro 4. El control técnico del proceso tecnológico y la calidad de la producción se realiza por el grupo de control técnico de la fábrica.

2.1.5. Proceso tecnológico, nueva técnica, mecanización y automatización del proceso tecnológico.

El proceso tecnológico del taller comienza con la preparación de materiales de carga y las mezclas para moldes y machos, la fusión de metales y aleaciones, el diagrama de flujo para el taller de fundición. Los materiales nuevos de carga, el arrabio, las ferroaleaciones y otros materiales que llegan al taller se descargarán mediante grúas y luego se llevan a los silos de almacenamiento y a las áreas de trabajo. La preparación de la chatarra de acero de gran tamaño se realiza por corte con llamas oxiacetilénica en el almacén de materiales de carga en su área bajo techo. La chatarra de hierro fundido de pequeño tamaño se romperá por golpes y la de gran tamaño se venderá como chatarra a la Empresa de Recuperación de Materias Primas por no existir medios en el taller para su preparación. Para ello la UEB cuenta con las siguientes operaciones tecnológicas:

2.1.5.1. Fabricación del juego de modelos (*plantillería*):

Esta área esta destinada a la fabricación de plantillas y cajas de machos (juego de modelo) necesarios para la obtención de los moldes de fundición. Para la elaboración de las plantillas el área se encuentra equipada con dos sierras circulares, dos sierras sinfín, una plana, un cepillo regruesador, dos tornos y una fresadora universal.

2.1.5.2. Preparación de materiales de moldeo:

El área de preparación de las arenas forma parte del proceso de moldeo y machería, aquí se reciben las arenas y son secadas en el tambor secador rotatorio con enfriador. Después de este proceso con ayuda de un elevador de cangilones se traslada hasta el tamiz poligonal donde la arena es tamizada y por medio de un transportador de banda se traslada a las tolvas de almacenamiento de arena seca, la cual mediante los dosificadores y el sistema de transporte neumático la traslada hacia el área de preparación de mezcla para el moldeo mecanizado en verde.

Los materiales de moldeo como la bentonita, melaza, silicato de sodio metalúrgico se reciben en tanques o sacos según el caso y son enviados a las mezcladoras donde se elaboran las mezclas para moldeo y fabricación de machos.

2.1.5.3. Preparación de mezclas:

Operación que forma parte del proceso de moldeo y machería a través de la cual se elaboran las mezclas para la elaboración de moldes y machos para todo tipo de fundición, las cuales son:

- Mezcla de macho para proceso en verde.
- Mezcla de macho en seco a base de silicato de sodio.
- Mezcla de moldeo para proceso convencional en verde.
- Mezcla de moldeo en seco a base de silicato de sodio.

Las mezclas para el moldeo en verde son suministradas a través de transportadores de banda a las tolvas de alimentación para el moldeo

mecanizado y en contenedores para el moldeo manual, además se cuenta con tres mezcladores de rodillo para la preparación de mezcla, las cuales se envían al laboratorio de arena para su análisis.

2.1.5.4. Elaboración de Machos:

Por medio de esta operación se fabrican los machos para obtener las cavidades, orificios y superficies externas de las piezas cuya configuración no permita obtenerla mediante la plantilla. La mezcla de machos se transporta desde el área de preparación de mezcla con ayuda de la grúa eléctrica de puente en contenedores. Después de este proceso los machos se recubren con pintura anticostra base alcohol. En esta área se prevé la preparación de los herrajes de moldeo y machería, la cual se encuentra equipada con una guillotina.

2.1.5.5. Elaboración de Moldes:

Mediante este proceso se elaboran los moldes de fundición, es decir, se realizan las operaciones de moldeo. Teniendo en cuenta el análisis de posibilidad de fabricación de las piezas fundidas se determina el método de elaboración del molde que puede ser mediante los procesos convencionales moldeo manual o mecanizado.

La elaboración de moldes por el método en verde de forma mecanizada se prevé mediante dos pares de máquinas moldeadoras modelo 233M y 271BM. El suministro de mezcla de moldeo se efectúa a través de la tolva de alimentación de cada máquina respectivamente y la alimentación de cajas de moldeo se realiza con ayuda de la grúa eléctrica de puente desde la zona de recepción de estas.

La elaboración de moldes por el método en verde de forma manual se prevé mediante el apisonado de la mezcla con ayuda del pisón neumático. El suministro de mezcla de moldeo se efectúa a través del transportador de jirafa con giro de 270°.

2.1.5.6. Preparación de los materiales de carga:

Operación mediante la cual se prepara la carga metálica que se va a fundir. Los materiales de carga preparados y clasificados, así como, el retorno de la propia producción del taller se almacenan en los fosos y las ferroaleaciones y otros materiales que entran en el área se conservan en contenedores. La carga metálica se realiza teniendo en cuenta el cálculo de carga, donde se refleja la cantidad necesaria de cada uno de los materiales a cargar para garantizar la composición química de la aleación deseada. Para la confección de la carga se prevé cestos metálicos, los cuales se colocan en la plataforma de la báscula digital donde se depositan y pesan los materiales que la componen. Las ferroaleaciones y refractarios necesarios para la fusión se transportan igualmente en cestos.

En esta área se prevé la trituración y molienda de las ferroaleaciones y materiales refractarios a las dimensiones adecuadas para realizar la fundición, para ello cuenta con un molino triturador de mandíbula y un molino de rodillo, así como también se prepara el revestimiento refractario de hornos y cazuelas.

2.1.5.7. Fusión del metal:

En el área de fusión para la elaboración de todas las marcas de las aleaciones de hierro se realiza en un horno de inducción con crisol de frecuencia industrial, para la fundición de todas las marcas de acero se realiza en dos hornos de inducción con crisol de alta frecuencia, para la fundición de las aleaciones no ferrosos se prevé un horno con crisol de alta frecuencia destinado a la fusión de las aleaciones base cobre, para la fundición de las aleaciones base aluminio se prevé un horno de inducción de frecuencia industrial, así como también una fragua.

El metal líquido obtenido se vierte en cazuelas precalentadas en el banco de secado para ser trasladado al área de vertido.

2.1.5.8. Ensamble y vertido:

Los moldes elaborados son recepcionados en esta área para la colocación de los machos y el pintado de los moldes preparados, los cuales son ensamblados con ayuda de las guías eléctricas de puente.

2.1.5.9. Desmoldeo:

Los moldes fundidos se trasladan usando grúas eléctricas de puentes para el área de desmoldeo donde se sacuden en una zaranda vibratoria para eliminar la arena, la pieza fundida se transporta en contenedores usando una carretilla eléctrica sobre rieles al área de desbarbado y limpieza, la arena se reincorpora al sistema de preparación de mezcla de acuerdo al tipo de proceso utilizado durante el moldeo. Al efectuar el desmoldeo de los moldes sobre la base del proceso convencional la arena se traslada mediante un transportador de banda, en el cual se realiza la separación de las partículas magnéticas y otro de cangilones hacia la instalación de recuperación, la cual mediante transportadores de banda la envía al área de preparación de mezclas de moldeo en verde.

2.1.5.10. Corte del sistema de alimentación:

Las piezas fundidas se reciben para efectuar el corte del sistema de alimentación y mazarotas, de acuerdo al tipo de aleación, se puede realizar por golpe mecánico, corte oxiacetilénico o por electrodo.

2.1.5.11. Limpieza y acabado:

En esta área se efectúa el desmoldeo de machos de las piezas fundidas, el rebabado, el tratamiento térmico, la limpieza final y la recuperación de los defectos de las piezas fundidas, las cuales se trasladan para la zona de corte. La extracción de los machos, así como la limpieza de las piezas fundidas se prevé en dos tambores de acción periódica y en una cámara de granallado, los tambores rebabadores se encuentran situados en un local aislado, el cual se equipa con una grúa monorraíl y una carretilla eléctrica y la cámara de granallado se equipa con una grúa monorraíl, la cual se introduce hasta el interior de la cámara.

2.1.5.12. Rebabado:

Para el rebabeo, el esmerilado y la limpieza de la fundición se prevén martillos neumáticos, una piedra colgante y dos esmeriladoras estacionarias.

2.1.5.13. Tratamiento térmico: Para el tratamiento térmico de la fundición se prevé un horno con solera móvil basado en fuel oil logrando alcanzar hasta 1200°C de temperatura en las zonas de trabajo.

2.1.5.14. El proceso de fundición concluye cuando las piezas fundidas son inspeccionadas por el control final, las cuales son certificadas en concordancia con los requisitos reglamentarios y complementarios de la documentación del proceso de fabricación. En caso contrario las piezas fundidas serán rechazadas, las cuales podrán ser recuperables o desechables.

2.1.6. Datos finales del proceso tecnológico de obtención de piezas.

Nro.	Denominación	Unidad de mediad	Cantidad
1	2	3	4
1.	Distribución de las piezas según el proceso tecnológico.		
1.1.	Piezas obtenidas por el moldeo tradicional:	ton/año	2240
1.1.1.	En moldes en verde.	ton/año	850
1.1.2.	Piezas obtenidas con mezclas elaboradas con vidrio líquido y posterior secado con CO ₂ .	ton/año	1390
1.2.	Piezas obtenidas por el moldes especiales:	ton/año	90
1.2.1	Piezas obtenidas en máquinas centrífugas.	ton/año	90
2.	Elaboración de moldes.	ton/año	2240
2.1.	En máquinas de moldear	%/ ton/año	75/1680
2.1.1.	En máquinas modelo 233M	ton/año	1250
2.1.2.	En máquinas modelo 91271BM	ton/año	430
2.2.	Moldeo manual	%/ ton/año	25/560
3.	Elaboración de machos.		
3.1	En máquinas	%/ ton/año	75/576
3.2	Manual	%/ ton/año	25/192

4.	Distribución de los machos según el proceso tecnológico de obtención.		
4.1.	Tradicional arena – arcilla.	%/ ton/año	60/465
4.2.	Secado químico con vidrio líquido	%/ ton/año	40/303

2.1.7. Equipamiento fundamental.

2.1.7.1. Equipos de moldeo – vertido – desmoldeo.

2.1.7.2. Cantidad de moldes anuales.

Grupo de piezas según el peso, Kg	Dimensiones internas de la caja de moldeo (L x B x H), mm	Cantidad de moldes anuales, moldes			Cantidad de moldes buenos, considerando K = 1,15 - rechazo de piezas y moldes, moldes.		
		Acero	Hierro	No ferroso	Acero	Hierro	No ferroso
1	2	3	4	5	6	7	8
0 – 20	500x400x150/150	30 000	13 000	2 000	34 500	14 950	2 300
20 – 150	1000x800x300/300	4 667	9 222	792	5 367	10 605	911
50 – 250	1200x1000x400/400	496	1 354	106	570	1 557	122
100 – 500	1400x1000x450/450	203	252	-	233	290	-
100- 1000	1600x1200x500/500	-	151	-	-	174	-
Total		35366	23979	2898	40670	27576	3333

2.1.7.2.1. Cantidad de máquinas de moldeo y puestos de trabajo para las piezas de acero y hierro.

Grupo de piezas según el	Dimensiones internas de la caja de moldeo (L x B x H),	Cantidad de moldes necesarios, considerando K = 1,15 - rechazo de piezas y moldes, moldes.		
				Total

peso, Kg	mm	Acero	Hierro	Anual	Por hora
1	2	3	4	5	6
0 – 20	500x400x150/150	34 500	14 950	49 450	12,4
20 – 150	1000x800x300/300	5 367	10 605	15 972	4,0
50 – 250	1200x1000x400/400	570	1 557	2 127	0,5
100 – 500	1400x1000x450/450	233	290	523	0,12
100 – 1000	1600x1200x500/500	-	174	174	0,04

Grupo de piezas según el peso, Kg	Dimensiones internas de la caja de moldeo (L x B x H), mm	Tipo, modelo de las máquinas de moldeo o puestos de trabajo	Productividad. Moldes / hora	Cantidad de máquinas de moldeo necesarias o puestos de trabajo		Coeficiente de carga	Observaciones
				Según cálculo	Tomadas		
1	2	3	4	5	6	7	8
0 – 20	500x400x150/150	91271 BM	30	0.41	1 par	0,41	Para un fondo de tiempo de 4200 horas al año.
20 – 150	1000x800x300/300	233 M	10	0,4	1 par	0,4	
50 – 250	1200x1000x400/400	Moldeo manual	0,5	1,32	2	0,66	
100 – 500	1400x1000x450/450			puestos de trabajo	puestos de trabajo		
100 – 1000	1600x1200x500/500			o	trabajo		

En el área de fundición no ferrosa todo el proceso de moldeo se realiza de forma manual.

2.1.7.3. Equipamiento para el área de machería.

2.1.7.3.1. Cantidad de máquinas de elaboración de machos y puestos de trabajo.

Grupo de machos según el peso, Kg	Cantidad de machos necesarios, considerando K = 1,15 - rechazo de piezas y moldes, moldes.				Tipo de máquinas para elaborar machos o puestos de trabajo	Productividad media por hora, machos	Cantidad de máquinas necesarias o puestos de trabajo, machos		Coeficiente de carga.	Observaciones.
	T / año	T / hora	Piezas / año	Piezas / hora			Por cálculo	Tomadas		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hasta 6	662	0,17	109500	27,4	28BZ	100	0,27	1	0,27	
Mayor de 6	221	0,06	36489	9,1	Manual	5	1,82	2	0.91	

2.1.7.3.2. Cantidad de hornos para el secado de los machos.

Cantidad necesaria de machos considerando K =1,15 y K =1,3 de rechazo en machos y piezas, independientemente del uso.				Tipo de horno de secado	Coeficiente de llenado completo.	Continuidad del ciclo completo de secado, horas	Productividad, M ³ / horas	Cantidad de Hornos de secado necesarios		Coeficiente de carga	Observaciones
T / año	T / horas	M ³ / año	M ³ / horas					Según cálculo	Tomado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1148	0,29	696	0,17	CZP-235BT Volumen superficie de trabajo = 1,63 M ³	0,1	2,5	0,065	2,62	4	0,65	

2.1.7.4. Equipamiento para la elaboración de mezclas.

2.1.7.4.1. Cantidad de mezclas de moldeo y para machos.

Aleación	Grupo de machos según el peso, Kg.	Dimensiones internas de la caja de moldeo (L x B x H), Mm.	Producción anual, ton	Consumo de mezclas según el programa anual, considerando el rechazo K= 1,15, ton				
				Total de mezcla o mezcla única	incluidas		Para machos	
					Mezcal de cara	Mezcal de cara	ton	Unidad
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACERO	0 – 20	500x400x300	300	4416	-	-	67,6	33120
	20 – 150	1000x800x600	420	5313	2077	3236	176,7	27048
	50 – 250	1200x1000x800	79,3	1003	365	638	58,8	3000
	100 – 500	1400x1000x900	50,7	525	210	315	37,6	1918
	Total		850	11257	2652	4189	340,7	65086
HIERRO	0 – 20	500x400x300	130	1420	-	-	25,7	12648
	20 – 150	1000x800x600	830	9259	3723	5536	302,6	46484
	50 – 250	1200x1000x800	216,6	2292	972	1370	79	12131
	100 – 500	1400x1000x900	62,9	535	217	318	40,7	2069

	100 - 1000	1600x1200x1000	60,5	480	195	285	64,3	1704
	Total		1300	13986	5057	7509	512,3	75036
Total			2150	25243	7709	11698	853	140122
NO FERROSO	0 – 20	500x400x300	20	219	-	-	4,4	1946
	20 – 150	1000x800x600	59,4	663	-	-	21,7	3327
	50 – 250	1200x1000x800	10,6	112	45	67	3,9	594
	total		90	994	45	67	30	5867
Total del taller			2240	26237	7754	11765	883	145989

2.1.7.5. Cantidad de mezcladoras.

Tipo de mezcla	Cantidad necesaria de mezcla considerando $K=1,15$ Y $k=1,3$, según su uso.		Tipo de mezcladora	Continuidad del ciclo, min.	Productividad por hora, ton	Cantidad de mezcladoras, unidad		Coeficiente de carga.	Observaciones.
	t/año	t/hora				Por cálculo	Tomas		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Única	8733	2,18	Tambor IA12M	6	7,5	0,29	-	-	
De relleno	15295	3,82		5	9	0,42	-	-	
Total						0,71	1	0,71	
De cara	10080	2,5		10	4,5	0,56	1	0,56	
Para machos	1148	0,29		15	3	0,1	1	0,1	

2.1.7.6. Cantidad de hornos

	Blanco	160, 5	0,04	ICHT- 2,5/1- C4	2,5	1,8	555 6	1,39			
	Aleado	641, 9	0,16								
Total		2317 ,8	0,58						0,42	1	0,42
ZL	Bronce	218, 4	0,11	IST-0,4 MIT	0,4	1	834	0,4 1	0,26	1	0,26
	Aluminio	109, 2	0,05	IAT-0,4 C2	0,4	2,44	320	0,1 6	0,31	1	0,31

2.1.7.7. Equipos para el secado de la arena.

2.1.7.7.1. Cantidad de equipos para el secado de arena.

Nro.	Aleación.	Programa anual de producción, ton	Cantidad de arena necesaria, ton				Tipo, modelo del equipo	Productividad por hora del equipo, ton	Cantidad de equipos	
			Para 1ton de metal	Para el programa anual	Considerando K=1,2 trabajo discontinuo				Según cálculo	Tomad
					Anual	Por hora				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Acero	850	1,5	1275	1530	-	Tambor secador Φ1000mm, L=4000mm			
2	Hierro fundido	1300	1,0	1300	1560	-				
3	No ferroso	90	1,0	90	108	-				
Total				2665	3198	0,79		3	0,26	1

2.1.8. Datos generales.

Nro	Denominación	Producción anual, t
1	Producción mercantil	2148

2	Producción para la necesidades propias del taller	182
3	Retornos de la producción propia	1336,9
4	Escombros que van al basurero, incluso:	3347,96
4.1	Escoria	109,25
4.2	Refractarios	217,6
4.3	Materiales de moldeo	2927,35
4.4	Otros materiales	93,76
5	Oxidación y perdidas no retornadas, incluso:	1454,08
5.1	Metal	147,4
5.2	Materiales de carga	414,98
5.3	Materiales de moldeo	167,7
5.4	Otros materiales	724,0
6	Plantillas y cajas de moldeo desechadas por desgaste tecnológico e instrumentos.	31,06
Total		8500

2.1.9. Datos generales sobre los recursos energéticos del taller de fundición.

Nro	Denominación	Unidad de medida	Cantidad anual
1	Energía eléctrica (potencia determinada), incluso:	Kv / Kw	1430 / 2647,6
1.1	Motores eléctricos, de ellos	Kv	1087,2
1.1.1	Instrumentos tecnológicos	Kv	500
1.1.2	Instrumento de izaje	Kv	587,2
1.2	Hornos eléctricos, de ellos:		
1.2.1	De fusión	Kw / horas	2542 / 49800
1.2.2	De calentamiento	Kv	308,1
1.3	Equipos de corriente continua	Kv	26
1.4	Transformadores	Kw	105,6
2	Aire comprimido	Mil m ³	2671
3	Agua para la producción propia, incluso el agua tratada	Mil m ³	127,11
4	Energía - mazut	t	656,2

5	Para la necesidades de la producción	t	336
6	Oxígeno para oxicorte y soldadura	m ³	42770
7	Acetileno para oxicorte y soldadura	m ³	6797

2.1.10. Datos fundamentales e índices técnico- económicos.

Nro.	Denominación	Unidad de medida	Indicador
1	2	3	4
1	Producción terminada	t	2330
2	Área ocupada según los índices específicos		
2.1	Área general del taller	M ³	5539
2.2.1	Área productiva	M ²	3498
2.1.2	Area de moldeo – vertido – desmoldeo	M ²	960
3	Cantidad de trabajadores		
3.1	Cantidad total de trabajadores del taller, sin considerar los trabajadores de control técnico.	Personas	143
3.1.1	Trabajadores	Personas	118
3.1.1.1	Productivos	Personas	69

4	Potencia general de electricidad del equipamiento tecnológico y de transporte en el taller de fundición.	Kv / Kw	1430 / 2647,6
5	Productividad media por 1 t de producción terminada.	Hombre / hora	54,78
6	Producción terminada.		
6.1	Por M ² del área total del taller	t / año	0,42
6.2	Por M ² del área productiva	t / año	0,67
6.3	Por M ² del área de moldeo – vertido - desmoldeo	t / año	2,43
6.4	Por trabajador	t / año	16,3
6.5	Por obrero	t / año	19,75
6.6	Por trabajador productivo	t / año	33,77
7	Potencia de los motores eléctricos del equipamiento tecnológico y de transporte del taller.		
7.1	Por 1 ton de producción terminada.	Kv	0,47
7.1	Por obrero del taller en el mayor turno.	Kv	16,73

2.1.11. Dimensiones de las áreas y sectores.

Nro.	Denominación de las áreas y sectores.	Dimensiones, m ²
------	---------------------------------------	-----------------------------

1. Áreas productivas.		
1.1	Área de fusión, incluida el área de pesaje de la carga	567
1.2	Área de moldeo- vertido- desmoldeo	960
1.3	Área de machería	243
1.4	Área de preparación de mezclas	216
1.5	Área de tratamiento térmico	864
1.6	Área no ferrosa	432
1.7	Área de pintura de las molduras	216
Total		3498
2. Áreas auxiliares de servicios tecnológicos.		
2.1	Sector de reparación y secado de cazuelas	216
2.2	Sector de preparación del refractario y los materiales auxiliares de carga.	72
2.3	Sector de preparación de arenas	230
2.4	Sector de preparación de pinturas y elaboración de herrajes	30
2.5	Laboratorio de metales	114
2.6	Laboratorio de arenas.	50
2.7	Sector de reparaciones mecánicas	120
2.8	Sector de reparaciones eléctricas	24
2.9	Sector de oxicorte de la chatarra fuera de dimensiones	108
2.10	Sector de reparación de defectos	54
Total		1048
3. Áreas de los almacenes.		
3.1	Almacén de materiales de carga	372
3.2	Almacén de materiales de moldeo	202
3.3	Almacén de herramientas (Pañol)	21
3.4	Almacén de plantillas (Operativo)	144
3.5	Almacén central del taller	26
3.6	Almacén de producción terminada	648
Total		1413
Total de 1-3		5959
4. Áreas auxiliares de reparaciones eléctricas y mecánicas.		

4.1	Reparaciones mecánicas (Equipos de ventilación y otras instalaciones auxiliares)	2040
4.2	Reparaciones energéticas (Transformadores, redes de distribución eléctrica, puestos de mando de sistema de transformadores)	606
Total		2646
5	Áreas de servicios generales del taller	305
6	Sector de plantillería con el almacén de plantillas	972
7	Instalación de martinete	400
Área total		10282
Área total del taller, considerando indicadores específicos.		5539

A partir de los datos aportados por la memoria descriptiva nos dimos a la tarea de caracterizar cada una de las áreas fundamentales que conforman el taller con las condiciones actuales de trabajo, detallando la labor que se realiza en cada una de ellas para así definir los parámetros fundamentales que influyen en la eficiencia del taller.

Una vez caracterizado el taller se procede a determinar la capacidad de producción que este puede asimilar a partir del equipamiento existente, sus características, la cantidad de trabajadores y nuevas condiciones de trabajo y de esa manera determinar la productividad del mismo de acuerdo a las producciones realizadas en los años 2005 y 2006.

CAPITULO III.

ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.

3.1. Características actuales del taller de fundición de la Empresa Mecánica del Níquel.

En concordancia con las características según el peso y el proceso tecnológico de fabricación de piezas fundidas, dentro de la composición de la UEB de Fundición y los principales procesos que tienen lugar en ella, se encuentran las siguientes áreas:

1. Fundamentales:

- Fusión (incluyendo preparación de la carga).
- Moldeo – vertido – desmoldeo (incluyendo secado de la arena).
- Preparación de mezclas (incluyendo las tolvas).
- Machería (incluyendo estufas de secado).
- Desbarbado, limpieza y tratamiento térmico.
- Área de pintura y producción terminada.

2. Auxiliares.

- Reparaciones eléctricas.
- Plantillería.
- Reparación de cazuelas.
- Laboratorio.
- Regeneración de mezclas.

3. Almacenes.

- Carga metálica.
- Materiales de moldeo.

4. Áreas de servicio.

1. Departamento técnico.
2. Servicios mecánicos y eléctricos.
3. Departamento de producción.
4. Planificación y economía.
5. Control técnico.
6. Baños.
7. Área para fumar.

3.2. Régimen de trabajo.

En el taller se trabajan, alrededor de 192 horas promedio por trabajador, todos los días del mes, con un régimen de trabajo de 2 turnos de 12 horas cada uno durante 4 días y se descansan 4 días. Anualmente se trabajan 2304 horas promedio por hombre.

3.3. Caracterización de las áreas fundamentales del taller de fundición.

3.3.1. Fusión (incluyendo preparación de la carga).

El área de fusión se encarga de obtener los aceros y las aleaciones de hierro de todas las marcas. El proceso comienza con la preparación de la carga que va a alimentarse al horno, esta según el diseño debía ser precalentada con el objetivo de eliminar la humedad y mejorar la eficiencia del proceso de fusión del metal para esto estaba previsto un horno que nunca llegó a ser instalado. Como resultado de una inversión realizada en el taller se instaló un horno de arco eléctrico de 1.5 ton de capacidad, lo que provocó un aumento de esa área, la misma ahora es de 587 m². En esta área laboran 9 trabajadores productivos, en un solo turno que tiene una duración de 12 horas.

3.3.1.1. Características del Horno de Arco Eléctrico.

- Capacidad Nominal 1,5 ton.

- Diámetro del cuerpo de la solera 1500mm.
- Potencia Instalada 1,25 MW.
- Corriente máxima en electrodo 103-225 A.
- Cantidad de fase 3.
- Frecuencia 60 Hz.
- Diámetro del electrodo 200mm.
- Recorrido de los electrodos 600 mm.
- Velocidad máxima de instalación de los electrodos 1400mm/s.
- Consumo de agua 10 m³/h.
- Consumo específico durante la fusión 479 Kw.h/ton
- Dimensiones de la ventana de trabajo
 - Ancho 520 mm
 - Alto 400 mm.

- Potencia del convertidor 568 kw.
- Potencia nominal reactiva de la Batería de Condensadores 9000 kw.
- Corriente nominal 313 A.
- Productividad anual 2759 ton/año
- Duración del ciclo de fusión 1,45 horas.

3.3.1.2. Parámetros que influyen en la eficiencia de esta área.

- ✓ Tipo de metal a fundir, esto es en dependencia de las especificaciones de la aleación que se quiere obtener.
- ✓ Cantidad de materia prima y calidad de esta.
- ✓ Volumen de producción, en dependencia de la cantidad de piezas y su peso.
- ✓ Régimen de trabajo.
- ✓ Tipo de combustible utilizado en la fundición.

3.3.2. Moldeo – vertido – desmoldeo (incluyendo secado de la arena).

Según la investigación realizado por (Castillo, 2003) en el año 2001 se inició un proceso inversionista en el taller de fundición de la EMNi, con el objetivo de modernizar el área de moldeo que permitió la introducción del moldeo químico autofraguante, este resulta mucho más productivo, asegura mayor calidad de la superficie de la pieza fundida, mejora el control de las dimensiones, aminora el

plazo de elaboración de la piezas, reduce los costos de mantenimiento, entre otros beneficios, alrededor del 70% de la producción, tanto de moldes así como de machos se realiza por este método, a pesar de esto se mantuvieron las dimensiones de diseño.

Esta área cuenta con 16 trabajadores productivos en cada turno.

3.3.2.1. Parámetros que influyen en la eficiencia de esta área.

- ✓ Carácter de la producción.
- ✓ Peso, dimensiones y grado de exactitud de las piezas.
- ✓ Tipo de metal.
- ✓ Tipo de programa productivo y capacidad del taller.

3.3.3. Preparación de mezclas (incluyendo las tolvas).

La elaboración de mezclas para el proceso autofraguante se realiza por medio de una instalación de mezclado y moldeo que dispone la propia instalación, que cuenta para ello con un mezclador continuo y una mesa compactadota donde se lleva a cabo la preparación de la mezcla y el moldeo como operaciones continuas.

3.3.3.1. Parámetros que influyen en la eficiencia de esta área.

- ✓ Cantidad de mezcla por molde y machos asumiendo de un 10 un 15 % de pérdidas en la transportación.
- ✓ Volumen de producción.
- ✓ Calidad de las mezclas.

3.3.4. Machería (incluyendo estufas de secado).

Alrededor del 70 % de los machos se elaboran a partir de mezcla autofraguante en los bancos de macheros con ayuda de pisones manuales.

3.3.4.1. Parámetros que influyen en la eficiencia de esta área.

- ✓ Tipo de metal.
- ✓ Configuración de las piezas (complejidad).
- ✓ Cantidad y peso de los machos por una tonelada de metal anual.
- ✓ Variedad de la nomenclatura.

3.3.5. Desbarbado, limpieza y tratamiento térmico.

Esta área se continúa el proceso de desbarbado, limpieza, así como el tratamiento térmico según la memoria explicativa de diseño.

3.3.5.1. Parámetros que influyen en la eficiencia de esta área.

- ✓ Método de limpieza utilizado.
- ✓ Especificaciones de las piezas.
- ✓ Volumen de producción.

3.3.6. Área de pintura y producción terminada.

En esta área no se está llevando a cabo el pintado de las piezas para su protección. En caso de que las piezas no cumplan con las especificaciones de su fabricación son rechazadas, las que puedan ser recuperadas pasan al almacén de producción terminada y las que son rechazadas pasan al área de carga para ser utilizadas como materia prima.

3.3.6.1. Parámetros que influyen en la eficiencia de esta área.

- ✓ Tipo de metal a fundir.
- ✓ Volumen de producción, en dependencia de la cantidad de piezas y su peso.
- ✓ Régimen de trabajo.

3.4. Análisis de resultados.

Una vez realizada la caracterización de cada una de las áreas fundamentales de producción se determinó el volumen aproximado de producción del taller de fundición de la EMNi.

El taller actualmente cuenta para la producción de acero con 2 hornos de inducción con capacidad de 1 ton cada uno y un horno de arco eléctrico con capacidad de 1,5 ton, para la producción de hierro cuenta con un horno de inducción con capacidad de 2,5 ton y se desinstalaron los hornos de inducción para la producción de aleaciones no ferrosas.

De acuerdo a la capacidad y a la productividad del horno de arco eléctrico que se instaló en la modificación realizada llegamos a la conclusión de que el taller puede asimilar una producción de 2750 ton/año, que se desglosa de la siguiente manera.

Acero.....1450 ton/año

Hierro fundido.....1300 ton/año

Fundición no ferrosa.....0

Teniendo en cuenta que el taller trabaja con un régimen de producción por pedidos, la planificación se realiza de acuerdo a las necesidades de los clientes, por ello cuando se realizan pedidos de producción no ferrosa, que generalmente es muy pequeña se realiza en una fragua que dispone el taller.

3.4.1. Balance de la producción del taller en el año 2005.

Durante este año el taller realizó una producción de 670,72 ton de metal líquido, de aleaciones de acero, hierro fundido y aleaciones no ferrosas, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla #1 Producción realizada por tipo de aleación.

Marca de la aleación	Producción 2005 en, ton		
	Industrias del Níquel y otros	Consumo propio	Total
AC XH4	54,690	1,920	56,61
AC 12XH28M	0,049		0,049
AC 30	0,061		0,061
AC 35	50,189		50,189
AC 40X	4,386		4,386
AC 40XH	10,160		10,16
AC 40XHMA	5,750		5,75
AC 45	1,590	1,087	2,677
AC 55G	8,015		8,015
AC 65G	25,990	1,811	27,801
AC HK40	215,264	3,308	218,57
AC X12M	0,362		0,362
AC X19H39	1,011		1,011
AISI .1045	7,699		7,699
ALUMINIO	13,313		13,313
ALUMINIO-Zn	7,700		7,7
CY-15	2,300		2,3
DURO ALUMINIO	7,018		7,018
FG18	0,097		0,097
FG21-40	0,104		0,104

FG24	117,000	1,960	118,96
FG 25H2	0,302		0,302
FG CrNiMo	3,388		3,388
FG FeCrNi	6,000		6
FG FeX-08	7,600		7,6
FG Nitensil	26,000	1,786	27,786
FG X	18,408		18,408
FG X-08	14,610		14,61
FG X28H2	18,637		18,637
FG 22	0,046		0,046
FG 110G13L	31,110		31,11
TOTAL	658,849	11,872	670,72

Analizando esta producción por todos los meses de trabajo como se observa en el gráfico siguiente podemos comprobar que el volumen de producción no es el mismo en todos por igual.

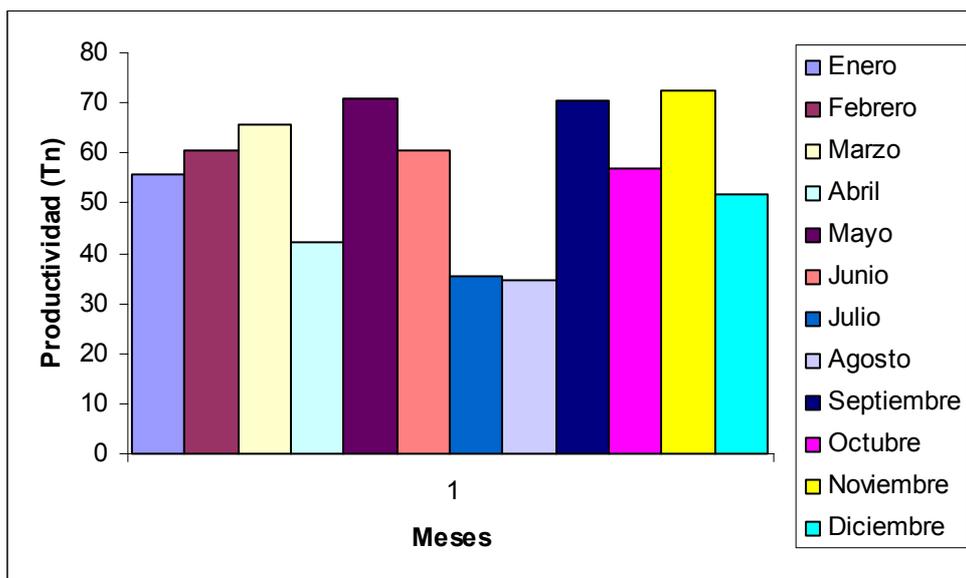


Gráfico #1 Producción total del taller en cada mes del 2005.

En el gráfico se muestra que los meses de menor producción son los de Julio y Agosto coincidiendo con el período vacacional, donde la mayoría de los trabajadores hacen uso de sus vacaciones.

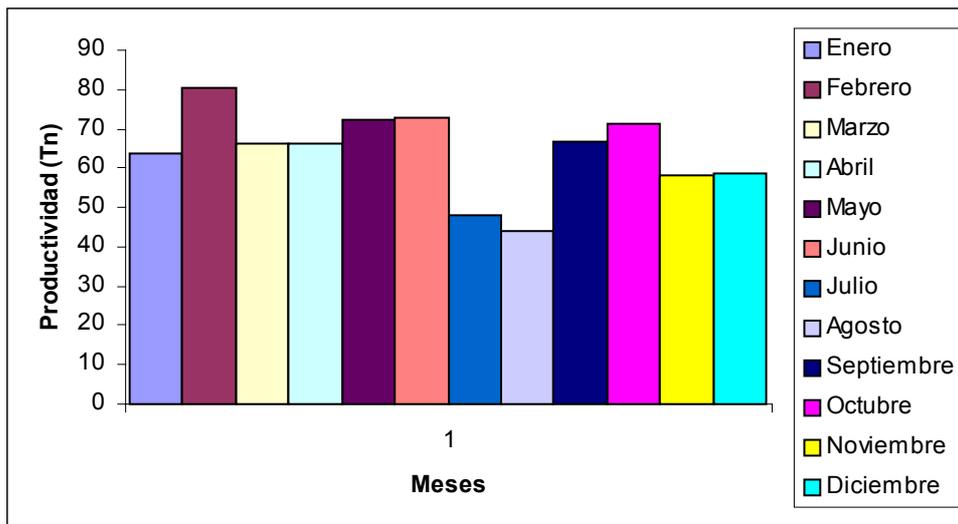


Gráfico #2 Producción total del taller en cada mes del 2006.

3.4.2. Balance de la producción del taller en el año 2006.

Durante este año el taller realizó una producción de 768,121 ton de metal líquido, de aleaciones de acero, hierro fundido y aleaciones no ferrosas, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla#2 Producción del 2006 por tipo de aleación.

#	Marca de la aleación	Producción 2006, Tn		
		Industrias del Níquel y otros	Consumo propio	Total
1	AC XH4	27,293		27,293
2	AC 316	0,028	0,02	0,048
3	AC 35	23,3	1,095	24,395
4	AC 40	0,84		0,84
5	AC 40X	11,742		11,742
6	AC 40XH	9,239		9,239
7	AC 40XHMA	13,928		13,928
8	AC 45	10,4	0,433	10,833
9	AC 55G	52,5	0,46	52,96
10	AC 65	0,91		0,91
11	AC HK40	302,222	1,055	303,277
12	AC X12M	0,176		0,176
13	AC X18	1,2	0,088	1,288
14	FG 24	143,6098	0,4802	144,09
15	FG FeCrNi	2,2		2,2
16	FG FeX-08	15,2		15,2
17	FG Nitensil	19,587		19,587
18	FG X	62,255		62,255
19	FG X-08	15,2		15,2
20	FG X28H2	14,025		14,025
21	FG 18	0,165		0,165
23	FG 110G13L	37,96		37,96
24	BRONCE	0,51		0,51
Total		764,4898	3,6312	768,121

El programa productivo por aleación para la producción de este año fue la siguiente:

Tabla #3 Programa productivo.

Grupo de pieza	Fundición de acero									
	Manganeso		Termorecistente		Baja aleación		Al carbono		Total	
	%	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Tn
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hasta 10	40	25,964	42	20,320	43	13,547	42	132,079	40	191,910
10--25	12	8,655	14	6,773	13	4,516	14	44,026	14	63,970
25--50	11	6,800	11	5,322	11	3,548	10	34,592	13	50,262
50--100	8	4,946	8	3,870	8	2,580	9	25,158	8	36,554
100--250	19	11,746	19	9,192	19	6,128	19	59,750	19	86,817
250--500	6	3,709	6	2,903	6	1,935	6	18,868	6	27,416
Total	100	61,820	100	48,381	100	32,254	100	314,475	100	456,929
Peso máximo(Kg)	3000									
Dimensiones Máximas(mm)	1500x970x1200									

Tabla#4. Cantidad de piezas de acero en cada uno de los grupos formados

Grupo de pieza	Piezas de acero
Hasta 10	12163
10--25	1286
25--50	510
50--100	185
100--250	188
250--500	28
Total	14359

En esta tabla vemos que el taller se fabricaron en mayor numero piezas menores de 10 Kg aproximadamente un 84 % de la producción de piezas de acero total.

Tabla #5. Diferentes aleaciones de hierro en cada grupo.

Grupo de pieza	Fundición de hierro							
	Gris		Blanco		Aleado		Total	
	%	Tn	%	Tn	%	Tn	%	Tn
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hasta 10	15	30,471	10	2,151	4	3,441	11,5	36,063
10--25	20	40,628	15	3,226	8	6,883	16,4	91,364
25--50	11	22,345	26	5,592	4	3,441	10,2	31,379
50--100	8	16,251	37	7,958	33	28,392	16,9	52,601
100--250	37	75,161	8	1,721	39	33,554	35,6	110,436
250--500	4	8,126	4	0,860	7	6,022	4,8	15,008
mas de 500	5	10,157		0,000	5	4,302	4,6	14,459
Total	100	203,138	100	21,509	100	86,035	100	310,682
Peso máximo(Kg.)	3000							
Dimensiones Máximas(mm)	3000x1170x800							

Para el caso de las aleaciones de hierro se suma un nuevo grupo de mas de 500 Kg . En este año la aleación de hierro que más se produjo fue la gris aproximadamente el 65% de la producción total, de hierro blanco se produjo un 7% y de aleado un 27 % de la producción total.

Tabla # 6. Total de piezas de hierro en cada grupo.

Grupo de pieza	Piezas de acero
Hasta 10	6568
10--25	3218
25--50	940
50--100	779
100--250	699
250--500	44
mas de 500	21
Total	12269

Al igual que en las piezas de acero la mayor cantidad de piezas se agrupan en los primeros grupos de peso.

CONCLUSIONES.

Culminada la investigación arribamos a las siguientes conclusiones:

IV.Después de caracterizadas las áreas principales del taller de fundición de la EMNi, pudimos comprobar que no existe correspondencia entre lo que existe realmente y el diseño descrito en la memoria explicativa, debido a que se realizó una modificación en el año 1985, incrementándose el área de fusión para la instalación de un horno de arco eléctrico, además se modernizó en el 2001 el área de moldeo ya que se introdujo el moldeo químico con mezclas autoendurecibles.

V.Loa factores que influyen en la productividad del taller son:

- ✓ Volumen de producción.
- ✓ Régimen de trabajo.
- ✓ Tipo de metal a fundir.
- ✓ Carácter de la producción.
- ✓ Tipo de programa productivo.
- ✓ Capacidad del taller.
- ✓ Configuración de las piezas (complejidad).
- ✓ Coeficiente de mecanización.

VI.Se determinó la capacidad de producción actual del taller de fundición, resultando ser 2750 ton/año de metal líquido, muy superior a las producciones analizadas en los años 2005 y 2006.

RECOMENDACIONES.

Una vez analizadas las producciones realizadas durante los años 2005 y 2006 recomendamos lo siguiente:

1. Hacer un análisis sobre la planificación con el objetivo de incrementar el aprovechamiento de la capacidad instalada.
2. Incrementar la producción a otros sectores para aumentar la eficiencia del proceso productivo.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Belay,G.E. *Guía Tecnológica de fundición*. Universidad Central de Las Villas. Santa Clara, 1970.
2. LÓPEZ RAMÍREZ, S. Estudio de los parámetros que influyen en la eficiencia del área de moldeo del taller de fundición de la EMNi. Maria Victoria (tutor). Tesis en opción al título de ingeniero. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2004. 48 h.
3. GARCÍA RODRÍGEZ, Y. Determinación de la eficiencia tecnológica del taller de fundición de la EMNi respecto a los sistemas de alimentación para los diferentes tipos de aleaciones. Maria Victoria (tutor). Tesis en opción al título de ingeniero. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2004. 38 h.
4. SUÁRES CARVAJAL, D. Estudio de la eficiencia tecnológica en el área de fusión del taller de fundición de la EMNi. Maria Victoria (tutor). Tesis en opción al título de ingeniero. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2004. 42 h.
5. CLARO.M .Calcines. Sistemas de alimentación de piezas fundidas. Mazatotas y enfriamiento. Universidad de Pinar del Rio.2001
6. GULIEV, B.B. Teoría del proceso de fundición. Editorial construcción de maquinarias. Leningrado. 1978.
7. HEINE, R. W. LOPER, C.R. y ROSENTHAL, ph.c.principles of metal casting. Mc Graw-Hill. New York. 1987.
8. <http://www.da.com.ar/argentina/español/business/industri.htm>
colectivo de autores.Mezcas autofraguantes. Buenos Aires, 2002.
9. PLASENCIA SOLER, Y. *Eficiencia de la fundición en los talleres de IMPUT*. Cuba: Artículo. Disponible en: <http://www.clacso.org>.
10. <http://www.wikipedia.com>. La enciclopedia libre(fundición). Barcelona, 2003.
11. Ostryakova, I. Mechel anuncia la puesta en marcha de una nueva máquina de fundición en Mechel Targoviste.
<http://www.europapress.es/noticia.aspx?cod=20070306195145&ch=137>