

T-PML
669.94
JIMe



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias
de la Producción

Programa de Postgrado en Producción más Limpia

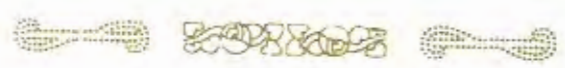
TRABAJO DE TITULACION DE ESPECIALISTAS

"Estudio de Formas de Optimización al Proceso
Productivo de INTRAMET"

Previo a la Obtención del Título de
Especialista en Producción más Limpia

PRESENTADA POR

Bertha Teresa Jiménez León



Guayaquil

Ecuador

Año 2003

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Post Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”


(Reglamento de Graduación de la ESPOL)


Bertha Teresita Jimenez Leon




TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Dr. Alfredo Barriga R.
COORDINADOR
ACADEMICO DEL PROGRAMA



Ing. Ignacio Wiesner F.
TUTOR

Ing. Guillermo Pincay R.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Marcos Tapia Q.
DELEGADO DEL DECANO

AGRADECIMIENTO AL CENTRO ECUATORIANO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Un especial agradecimiento al CEPL, por haber apoyado este programa, que permitió por medio del conocimiento y su respaldo financiero llevar a un feliz término la culminación del Postgrado de Producción más Limpia, lo cual se proyectará en el futuro en un aporte significativo para el bienestar sustentable del País.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a Dios y a la Santísima Virgen, por darme la fuerza para continuar día a día y ser un mejor ser humano.

A mi tutor de Producción más Limpia, Ing. Ignacio Wiesner, un especial agradecimiento por su acertada dirección en esta tesis.

Al Ec. Roger Wiesner, Jefe de Producción de INTRAMET, por su ayuda en la recolección de datos, para implantar el programa de Producción más Limpia.

A los profesores del postgrado, compañeros y en especial al coordinador del programa, el Dr. Alfredo Barriga, por hacer que este programa sea posible.

No me queda mas que decir a todos,
GRACIAS.

DEDICATORIA

A mis padres, Edgar y Bertha, por su inteligencia y enseñanzas y por su sabiduría de padres amorosos.

A mis hermanos, Edgar y Mariuxi y abuelitos, Nicolás, Carlos, Bertha y Teresa, por siempre estar a mi lado, y ayudarme en todo lo que esté a su alcance.



Contenido

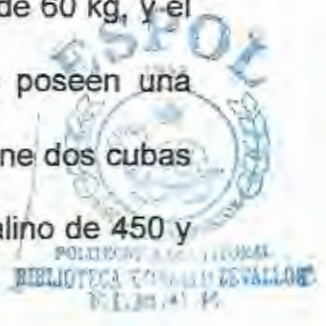
1.	ANTECEDENTES.....	1
2.	JUSTIFICACIÓN:.....	2
3.	OBJETIVOS.....	3
3.1.	Objetivos Generales.....	3
3.2.	Objetivos Específicos.....	4
4.	ALCANCE DE P+L.....	5
5.	ENFOQUE DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	6
6.	METODOLOGÍA.....	7
6.1.	Diagrama de Flujo de Bloques.....	7
6.2.	Plantilla de Aspectos e Impactos.....	8
6.3.	Lay out de las Instalaciones.....	9
6.4.	Cuadro de Resumen de la Evaluación de los Datos.....	9
6.5.	Planilla de Análisis de Facturas Eléctricas Anuales.....	10
6.6.	Balance de Masa de Entradas y Salidas del Proceso Productivo.....	10
6.7.	Planillas Auxiliares para Selección de los Estudios de Casos.....	11
6.8.	Lista de Chequeo de Industria de Fundición en el Área de Seguridad.....	12
6.9.	Matriz de Evaluación de Datos.....	12
6.10.	Indicadores y plan de monitoreo.....	14
6.11.	Matriz de Evaluación de Soluciones.....	14
6.12.	Viabilidad Económica.....	14
6.13.	Evaluación de los aspectos ambientales legales.....	15
7.	DESARROLLO.....	16
7.1.	Identificación de la Empresa.....	16
7.2.	Información del Proceso de la Empresa.....	16
7.2.1.	Flujograma.....	16
7.2.2.	Lay out de las Instalaciones.....	27
7.3.	Desarrollo de Estudios de Caso.....	30
7.2.3.	Estudio De Caso #1: Cambio de Combustible o Cambio de Tecnología.....	31
7.2.4.	Estudio De Caso #2: Alta cantidad de productos defectuosos o de reproceso.....	34
7.2.5.	Estudio De Caso #3: Alto Consumo de Gas.....	38
7.4.	Viabilidad Económica.....	39
8.	RESULTADOS.....	42
8.1.	Estudio de caso 1: Cambio de Combustible o de Tecnología.....	43
8.2.	Estudio de caso 2: Alta Cantidad de Material de Reproceso.....	47
8.3.	Estudio de caso 3: Consumo de gas en el secado.....	50
9.	CONCLUSIONES.....	56
9.1.	ESTUDIO DE CASO 1.....	56
9.2.	ESTUDIO DE CASO 2.....	58
9.3.	ESTUDIO DE CASO 3.....	59
10.	RECOMENDACIONES.....	60
11.	APENDICE.....	63
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	86

1. ANTECEDENTES

INTRAMET es una empresa de prestación de servicios, donde su rama de actividad es la transformación metalúrgica. Sus principales productos son las aleaciones de acero inoxidable, acero ordinario, aceros de baja y media aleación, hierro fundido, aleaciones de cobre, aleaciones de zinc y aleaciones de aluminio.

INTRAMET es una sociedad de hecho que comenzó sus actividades en Agosto de 1991. La fabrica esta ubicada en el km 34,5 vía Perimetral, ESPOC Campus Gustavo Galindo, situadas dentro del límite urbano de la Ciudad de Guayaquil.

INTRAMET cuenta con tres tipos de hornos de fusión, siendo estos: dos basculantes- uno de crisol fijo y otro de volteo, dos de cubilote, y uno de inducción. El horno basculante de crisol fijo una capacidad de 60 kg, y el tipo volteo tiene una capacidad de 160 kg; los cubilotes poseen una capacidad de 1 y 3 ton; y el horno de Inducción eléctrica tiene dos cubas de fusión, una con control de escoria y otra con control alcalino de 450 y 500 kg, respectivamente.



El combustible utilizado en cada uno de los hornos es diferente, ya que los cubilotes utilizan coque, los basculantes utilizaban aceite quemado,

actualmente se están cambiando a una mezcla de gas y diesel, y el horno de inducción utiliza energía eléctrica.

La planta pertenece al Ing. Ignacio Wiesner y cuenta con 16 personas, entre funcionarios propios y tercerizados. Los funcionarios propios de la empresa son nueve: el gerente, dos administrativos, el jefe de operaciones, el jefe de abastecimiento de materia prima, y cuatro operarios. Actualmente, INTRAMET tiene un régimen de funcionamiento de 8 horas al día, trabajando de lunes a sábado, los doce meses del año.

Esta empresa cuenta con equipo de control de conformación química y análisis micro estructural. Trabaja en planta con un método de control visual, por medio de probetas solidificadas en molde metálico. Aunque no posee ningún programa de certificación, calidad, seguridad, u otros, entre sus proyectos esta aplicar en el 2004 para la ISO 9000. En este momento INTRAMET se encuentra implantando estudios de casos de Producción más Limpia (P + L).

2. JUSTIFICACIÓN:

Tomando en cuenta que las empresas artesanales representan numéricamente más del 50 % de las empresas ecuatoriana, la falta de eficiencia productiva actual y la falta de control básico de la mayoría de las microempresas en Ecuador, se ha procedido a elaborar un programa de P + L en una de ellas, en este caso INTRAMET. El proceso de Producción más Limpia tiene como propósito minimizar las entradas y

salidas innecesarias en el proceso producido, y aumentar el control dentro de la empresa.

3. OBJETIVOS

Un programa de Producción más Limpia consiste de un proceso sistemático, en donde mediante una estrategia económica, ambiental y técnica se integra en los procesos y productos para aumentar la eficiencia en el uso de las entradas y la minimización, reciclaje o eliminación de las salidas de cada etapa del proceso.

A continuación se presentan los objetivos del Programa de Producción más Limpia en la instalación de INTRAMET.

3.1. Objetivos Generales

El informe de Producción más Limpia (P+L) tiene por objetivo:

1. Identificar alternativas u oportunidades para mejorar las características ambientales, de seguridad y eficiencia productiva de la Planta, mediante la reducción o eliminación de los residuos desde la fuente y cambios operacionales y tecnológicos.
2. Usar eficientemente todos los recursos disponibles que demande el proceso, encontrando soluciones sustentables para la realidad de la empresa.

3. Identificar las necesidades de adquisición de información primaria como parte del programa de P+L, de manera que permita tener una base de datos para la empresa que sirva para el control de materias primas, activos de la empresa, insumos, salidas, otros.

3.2. Objetivos Específicos

1. Buscar la mejor alternativa posible para cambio de combustible utilizado actualmente por uno permitido en la Reglamentación Ambiental Ecuatoriana.
2. Encontrar la mejor alternativa, sea ésta un cambio tecnológico o mejoramiento del proceso, para reducir las escorias, emisiones gaseosas y material de reproceso que se da en la etapa de fundición.
3. Reubicar la arena de moldeo para evitar el zigzagamiento dentro del recorrido del proceso productivo, y pérdida de tiempo en el vaciado del material.
4. Identificar y controlar la cantidad de gas utilizado en la etapa de secado de los moldes.

5. Concientizar al personal de la empresa sobre las mejoras en las prácticas operacionales, en lo que respecta a manejo de equipos, y uso de EPP's.

4. ALCANCE DE P+L

El alcance de los trabajos consistió en la identificación y la evaluación de los aspectos técnicos, ambientales, económicos y de seguridad relevantes de las operaciones de la planta fundidora, área administrativa y deposito de basura de INTRAMET.

El programa de P+L en INTRAMET determinará acciones que se deberán tomar en la prevención de la generación de residuos, tanto sólidos como líquidos y gaseoso, así también en el buen control de los insumos y materia prima y auxiliares. E indiscutible, el presente programa, se comprometerá a buscar las mejoras en lo que a pérdidas de eficiencia energética que se puedan presentar, en especial en la etapa de fusión.

Algunos de los aspectos considerados en INTRAMET, son los siguientes:

- Afectación humana y ambiental debido a la utilización de aceite quemado como combustible en los hornos basculantes
- Generación de Residuos Sólidos.
- Mala ubicación de las arenas en la planta

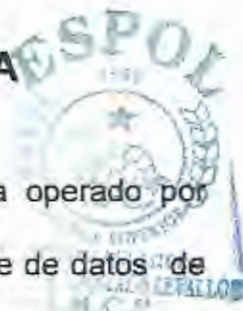
- Mejoras en las prácticas operacionales utilizadas, por medio de un plan de concientización.
- Manejo de combustibles, materia prima e insumos.
- Cambio de tecnología para aumentar la eficiencia en la operación, reducción de escoria y emisiones atmosféricas

Las oportunidades del presente programa fueron obtenidas a partir de las condiciones encontradas en las instalaciones durante inspecciones de campo efectuadas entre los meses de Octubre 2002 a Julio 2003, en conjunto con entrevistas a personal técnico y administrativo de la empresa metalúrgica, y recopilación de datos del año 2002 - 2003.

A partir de los problemas u oportunidades de P + L se implementará tres estudios de casos. También se dará recomendaciones de otros estudios de casos que pueden ser realizados, a fin de mejorar el proceso que actualmente se lleva a cabo, de manera tal que permita asegurar la sostenibilidad de la empresa en la era actual.

5. ENFOQUE DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

La planta de transformación metalúrgica, INTRAMET ha operado por aproximadamente 12 años, sin haber establecido una base de datos de ningún tipo, ni ambiental, técnica o económica previo a su construcción y durante la operación. Aunque contiene en archivo los materiales utilizados, no se han analizado mediante cuadros comparativos, ni se tienen todas las bitácoras de las cantidades exactas utilizadas de



compuesto. Tampoco se lleva documentado accidentes que hayan sufrido el personal de INTRAMET. La falta de esta información hace necesario que el presente programa establezca una base de datos y un análisis temporal del último año de producción, mediante la revisión de información existente.

6. METODOLOGÍA

En esta sección se describen los pasos que se siguieron para encontrar las oportunidades y problemas por medio del Programa de Producción más Limpia. Además se explica de que forma fueron escogidos los estudios de casos de los participantes de Producción más Limpia. Y se dará la forma en que fueron evaluadas las posibles soluciones a cada uno de los estudios de caso. A continuación se detalla mejor las herramientas utilizadas para la implantación del programa.

6.1. Diagrama de Flujo de Bloques

Lo primero que se debe hacer para seguir un buen plan de Producción más Limpia es establecer un diagrama de flujo de bloque. Debido a que el flujograma es una ayuda visual para entender y capacitar a los consultores y a las personas de las plantas, para que sea más fácil el comprometimiento con el proyecto. Con el flujograma se puede detectar de manera preliminar donde se encuentran la mayoría de los problemas de la

planta. Este flujograma se encuentra de manera cuantitativa en los manuales del uno, dos y cuatro.

6.2. Plantilla de Aspectos e Impactos

Para elaborar esta planilla primero se debió haber efectuado el flujograma cuantitativo del proceso. Asimismo se debe haber llenado las tablas de análisis de entradas, tales como materias primas y auxiliares, agua, energía, combustible y salidas del proceso, en donde se establece cantidades, consumo, costo, peligrosidad, forma de almacenamiento, caracterización de efluentes, emisiones o residuos, entre otros.

Todas estas tablas se encuentran en el Manual 2, Diagnóstico Ambiental de Proceso y Gestión de Residuos.

Por medio de esta herramienta de diagnóstico se evalúa cuantitativamente todos los aspectos de entradas y salidas, viendo en que forma impactan a los diversos recursos naturales como son el agua, aire y suelo, y también a las partes interesadas.

En esta planilla también se analiza la probabilidad de ocurrencia de los aspectos, obteniendo así la relevancia del impacto. Además se observa si cada uno de los aspectos tiene o no requisitos legales y alguna medida de adecuación para estos. Con el análisis

de todos estos factores se ve que aspectos tienen mayor prioridad que otro.

6.3. Lay out de las Instalaciones

La distribución de la planta sirve para observar la forma de aprovechamiento del área de la empresa. Igualmente vale para ver la concordancia entre las etapas del proceso y el orden físico que se le ha asignado en la planta. El "lay-out" de las instalaciones se lo puede encontrar en el manual uno, dos y cuatro

6.4. Cuadro de Resumen de la Evaluación de los Datos

Con base en las evaluaciones de los aspectos ambientales y los datos obtenidos en el llenado del manual dos, así como los datos obtenidos en la visita a la Empresa, se llena el cuadro con la finalidad de desarrollar oportunidades con las informaciones disponibles en la empresa de manera preliminar.

Por medio de este cuadro se evalúa preliminarmente los datos y selección de oportunidades de mejoramiento, las cuales serán posteriormente re-evaluadas empleando nuevos criterios. En fases posteriores del programa de Producción más Limpia se provee los nuevos criterios para seleccionar oportunidades y promover el establecimiento de prioridades para una posible implantación entre todas las que fueron seleccionadas.

6.5. Planilla de Análisis de Facturas Eléctricas Anuales

Esta planilla se utiliza para saber el uso de la energía eléctrica a lo largo del año, así conocer:

- El consumo energético: constante o variable
- El factor de potencia, sea éste menor, igual o mayor a 0,92
- La demanda mensual
- Impuesto
- Consumo específico: consumo en kw-h por peso de producción en ton o kg.

Por medio de estos factores se puede observar en que mes el consumo específico es mayor, si existe un mal dimensionamiento de equipos, entre otros. Esta planilla se la puede encontrar en el Manual trece.

6.6. Balance de Masa de Entradas y Salidas del Proceso Productivo

En el Manual Cuatro, se realiza un balance de masa de las entradas y salidas del proceso productivo etapa por etapa. Este balance de masa tiene como base el flujograma, excepto que éste debe ser para un periodo de tiempo definido, y se debe especificar la referencia de realización.

En el balance de masa, se separan por medio de diferentes columnas las materias primas, insumo y auxiliares, del agua y

energía consumidas, en la entrada, y en la salida se detalla, también en diferentes cuadros los residuos sólidos, efluentes líquidos y emisiones gaseosas. En cada etapa del proceso se genera un producto semi acabado, a éste se lo cuantifica por medio del peso. Al final de este balance de masa se debe presentar el total de peso de los productos, de las entradas y de las salidas. Lo importante de este balance de masa, es que ayuda a visualizar mejor la cantidad de material que se está reprocesando en cada etapa, en cual etapa se está produciendo mayor consumo de agua y energía, donde existen problemas ambientales por residuos, emisiones o efluentes generados.

6.7. Planillas Auxiliares para Selección de los Estudios de Casos

Después de haber evaluado minuciosamente las entradas y salidas, conociendo los diferentes consumos existentes, el costo de cada uno de los elementos, incluyendo el material que se debe reprocesar y toda clase de residuos, ya se puede proceder a usar este tipo de planillas para encontrar que tipo de soluciones se pueden tener para los estudios de casos.

En estas planillas primero se categoriza el tipo de subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones. A partir de esta información, se determinan las alternativas para minimización de estas salidas, siendo estas alternativas, de buenas prácticas operacionales, de proceso y tecnología, de cambio de producto de cambio de materias primas o de reciclado y tratamiento. En el

caso de INTRAMET la mayor cantidad de soluciones se da en la alternativa de buenas prácticas operacionales, lo que significa que los cambios que se necesitan pueden ser de solución económica poco costosa. Sin embargo también se encuentran soluciones de tipo proceso y tecnología. Siendo éstas un poco más costosas, pero pueden presentar un incremento mayor de eficiencia productiva. Las planillas auxiliares se las puede observar en el manual cuatro.

6.8. Lista de Chequeo de Industria de Fundición en el Área de Seguridad

Ésta lista sirve para encontrar todos los puntos donde la seguridad debe estar presente, incluyendo áreas tales como saneamiento básico, control de alimentos, salud ocupacional y seguridad industrial, almacenamiento de productos inflamables, equipos de protección personal, control de fuentes fijas- hornos, planta de arenas, esmerilado, moldeo de piezas, materias primas e insumos- residuos sólidos industriales, impactos a la comunidad. La lista de chequeo se la podrá hallar en los anexos de esta tesis.

6.9. Matriz de Evaluación de Datos

En el formato de la matriz de Producción más Limpias se describe las oportunidades o problemas, las acciones a ser adoptadas, las barreras y necesidades y en que etapa del proceso está ubicada

cada una de estos factores. En el presente caso de INTRAMET se encontraron más de 30 oportunidades de Producción más Limpia. En el momento de la elección de los estudios de casos para poder ser más objetivos se adjunta cuadros de afectación a la matriz donde se evalúa en cada uno de las oportunidades, diferentes factores tales como, la afectación humana, ambiental, económica, sostenibilidad, y la facilidad de corrección. Para esto se da una calificación y un peso para cada uno de estos aspectos. Para obtener la valoración total simplemente se multiplica la calificación del aspecto por el factor intrínseco de ponderación y luego se suma cada uno de estos aspectos. A continuación se detalla en la tabla 1 la valoración de la calificación y el peso o factor de ponderación y en la tabla 2 los aspectos a evaluar con sus respectivos factores de ponderación.

TABLA 1
FACTOR DE VALORACIÓN

Calificación		Factor de Ponderación	
1	Bajo	1	Bajo
2	Medio	1,5	Medio
3	Alto	2	Alto



TABLA 2
ASPECTOS A EVALUAR Y SU FACTOR DE PONDERACIÓN

Humana	Económica	Ambiental	Sostenibilidad	Probabilidad de
--------	-----------	-----------	----------------	-----------------

2	1.5	1.5	1.5	1
---	-----	-----	-----	---

6.10.

6.11. Indicadores y plan de monitoreo

Una vez que se haya identificados los estudios de caso, se procede a monitorear los mismos por medio de indicadores, estableciendo una frecuencia y periodo de monitoreo. Los indicadores son elementos evaluativos que presentan de forma resumida un gran volumen de informaciones ambientales en un número limitado de datos, obteniéndose una significancia para los mismos y proporcionando fácil lectura. Por medio de la elección de buenos indicadores se implementará mejor los estudios de casos.

6.12. Matriz de Evaluación de Soluciones

Cuando ya se ha elegido los estudios de caso, y también se haya realizado monitoreos de diversos factores a partir de indicadores, ya se puede pensar en implantar una solución. Pero muchas veces para un mismo problema se tienen varias opciones, en ese caso se puede volver a usar la matriz de evaluación de datos, usando las opciones encontradas. Igualmente se le dará calificación y peso a cada una de las opciones, y se escogerá la que más se ajuste a la realidad de la empresa.

6.13. Viabilidad Económica

Aunque se ha tratado de este tema indirectamente en la matriz de evaluación de datos, lo que todo empresario quiere saber es cuando va a recuperar su inversión, y la rentabilidad de implantar cada uno de los estudios de caso. Mediante estas planillas se demuestra que los casos escogidos tienen un tiempo de inversión justificables, y que se evalúe no solamente costos tácitos, sino costos humanos y evitar multas y hasta cierre de las instalaciones, por uso indebido de recursos. Estas planillas se las puede ver en el Manual cuatro.

6.14. Evaluación de los aspectos ambientales legales

Se hará la evaluación de los aspectos ambientales legales, para demostrar que la empresa cumple con ellas. Producción más Limpia busca evitar aplicar sistemas de control de la contaminación al final del proceso, o sea cuando ya se produjo la contaminación, si no que cada proceso se minimice al máximo la generación de salidas. En el manual cinco, se detallan la forma en la cual se evaluaron los aspectos legales.



7. DESARROLLO

7.1. Identificación de la Empresa

La primera parte del programa de Producción más Limpia consiste en establecer cuales son los antecedentes de la empresa incluyendo datos sobre la instalaciones, organigrama de la empresa, programas de certificación, eco equipo de INTRAMET, entre otros. Toda esta información esta explicada mejor en los antecedentes de este informe y en los manuales uno, dos y cuatro.

7.2. Información del Proceso de la Empresa

Para entender el proceso de la empresa, se necesita del flujograma y el lay-out de las instalaciones.

7.2.1. Flujograma

Como se ha explicado en la metodología, el primer paso es establecer el flujograma del proceso. Este flujograma lo podrá apreciar en los manuales uno, dos y cuatro.

Para establecer el flujograma, primero es necesario comprender en que consiste el proceso en todas sus etapas.

El proceso de fundición es bastante simple, y a continuación se hará una breve explicación, por medio de las etapas del proceso en conjunto con las entradas y salidas de cada una de las etapas.

La fundición o colado es el proceso de formar piezas vertiendo líquido en un molde o forma. Un colado es un objeto formado al permitir que el material se solidifique. Una fundición es la colección de los materiales necesarios y el equipo para producir un colado. Prácticamente todo metal de manera inicial se cuela.

Primera Etapa: Fabricación de Modelos:

El modelo es una forma usada para preparar y producir una cavidad en el molde. El diseño debe ser lo más simple que sea posible para facilitar el retiro del modelo de la arena y evitar más corazonces de los necesarios.

Como materia prima INTRAMET utiliza generalmente madera, ya que es sencillo trabajarla y puede encontrarse fácilmente, y como materiales auxiliares se usan clavos, masilla plástica, lija, pulidoras, pintura, sellador y diluyente.

Los modelos de metal pueden estar sueltos o montados en placas. Si el uso requiere un modelo de metal, entonces el modelo deberá probablemente montarse en una placa e incluir el sistema de colado, canal de distribución mas entradas a las piezas.

Las salidas o residuos generados en ésta etapa son: cisco de madera, diluyente, polvo de masilla y de lija, tachos metálicos y viruta del metal maquinado.

Segunda Etapa: Moldeo

Un molde es un recipiente que tiene la cavidad (o cavidades) de la forma que va a colarse. Los moldes son los elementos que nos sirven para obtener la forma piezas que deseamos, estos constan de dos partes, modelo que forma la parte exterior y macho o corazón que forma la superficie interior.

Se selecciona una caja de moldeo más grande que la cavidad del molde que va a contener para permitir los rebosaderos y el sistema de compuertas. Debe tener también suficiente masa del molde arriba y debajo de la cavidad para evitar que el metal se abra paso a través de la arena durante el colado.

Para tamizar la arena se utiliza un cernidor, que es una red de nylon, aunque INTRAMET cuenta con un Molino de rodillos, pero que no se lo usa.

Las materias primas y auxiliares e insumos para esta etapa son: Arena de arcilla, agua, bentonita, cajas de moldeo, grafito. Y las salidas en esta etapa es material particulado.

Tercera Etapa: Secado de molde

Una vez que se ha construido el molde, se procede a secarlo por medio de un quemador a gas, para que no queden micro burbujas de agua por ningún lado, así garantizar que no va a existir porosidades en el metal colado.

Las entradas utilizadas para esta etapa son: quemador con gas propano y las salidas son: Vapor de aguas y gases de combustión, calor.

Cuarta Etapa: Preparación de carga de fundición

Antes de empezar a fundir primero se prepara que materiales van a ir al horno. Esta etapa es especial para preparar la chatarra que va ingresar al horno, ya que muchas veces esta viene con impurezas, o hay que dividirla para que se mas fácil fusionarla en el horno.

INTRAMET prepara los siguientes elementos: Metales de fundición, ferro silicio, ferro manganeso, coque / aceite quemado (almacenamiento), piedra caliza, carburo de calcio, y como salida tiene material particulado, impurezas no metálicas, impurezas metálicas no utilizadas, ruido.

Quinta Etapa: Fusión de materiales

Esta operación es la más importante del proceso, y también en la que existen más problemas. Existen varios tipos de hornos, dependiendo de que material que se va a fundir, en INTRAMET tiene un horno cubilote, un horno basculante rotatorio, un horno de crisol fijo, y actualmente está en la implementación del horno de inducción.

Las salidas para cada uno de los hornos también es diferente, ya que si se utiliza un horno de crisol basculante o un horno cubilote se obtendrá escoria en un rango de 15 al 25 %, pero si se realiza la fusión en el horno de inducción eléctrica, en la cantidad de escoria en la salida es de alrededor de 1% en peso. Los valores de la escoria han sido obtenidos mediante las planillas de control de INTRAMET.

En las siguientes figuras se puede observar algunos de las diferentes clases de hornos que existen en la planta.



FIG. 1 HORNO DE VOLTEO O BASCULANTE

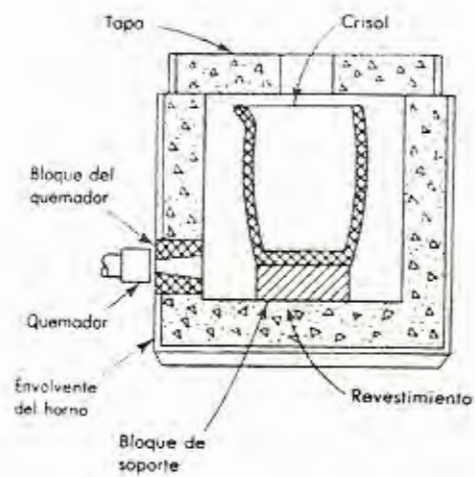


Fig. 2 Horno de Crisol Fijo

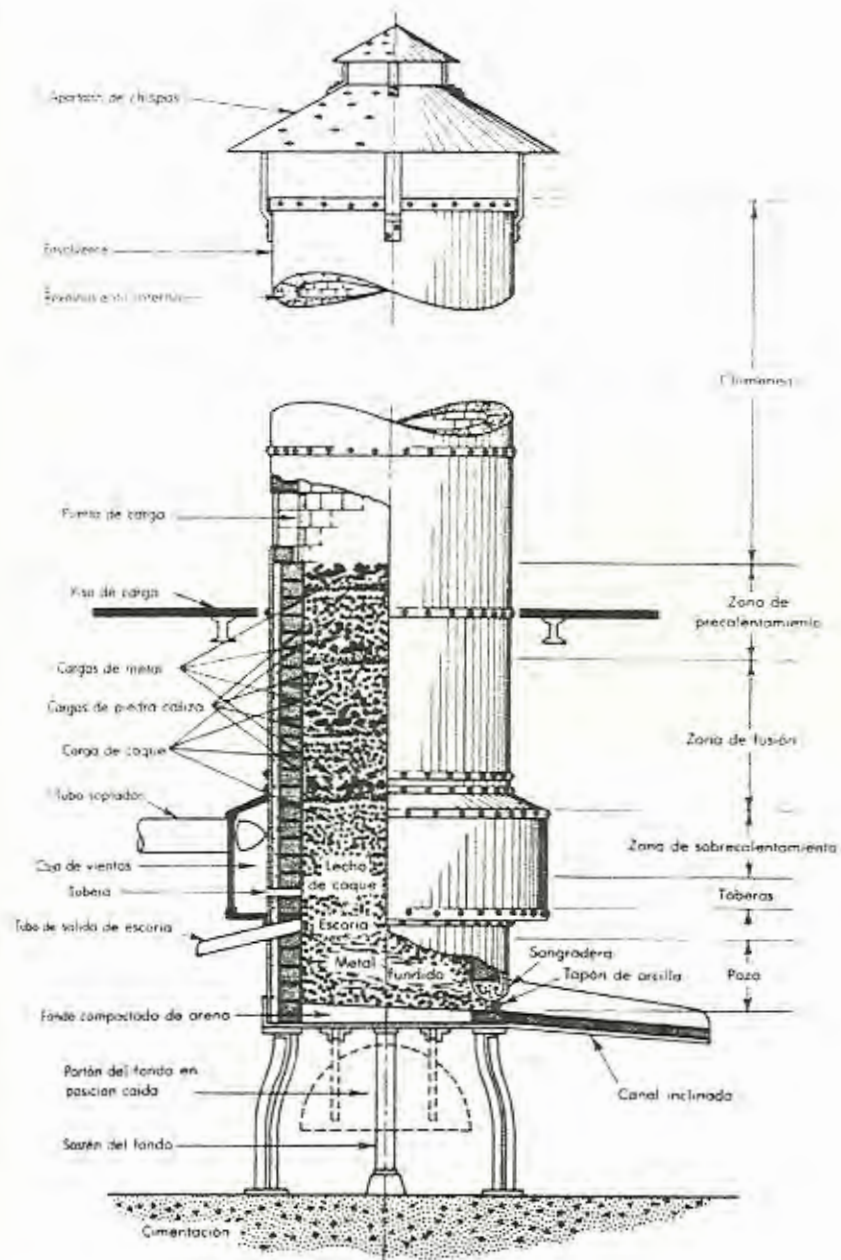


Fig. 3 Horno Cubilote

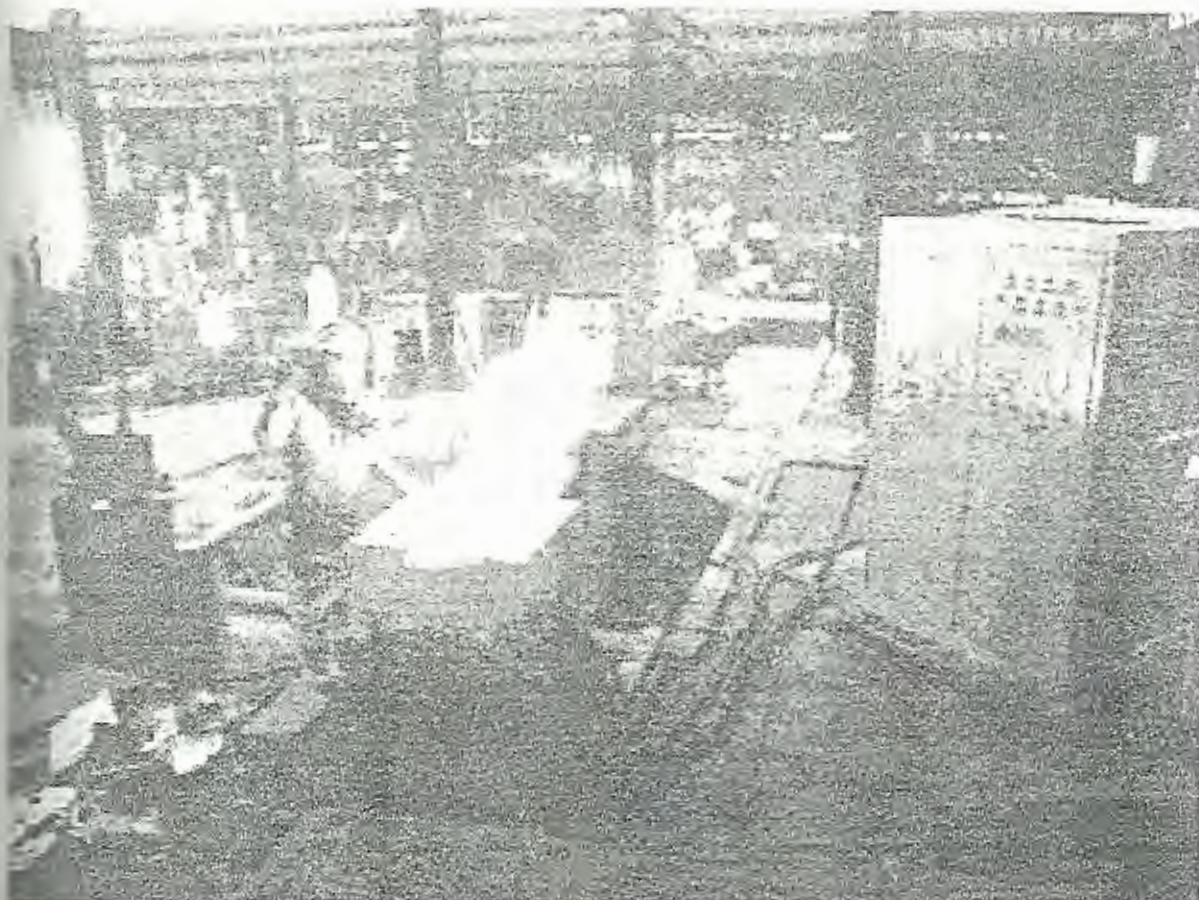


Fig. 4 Horno de inducción

En ésta etapa, INTRAMET, utiliza como entrada todos los elementos que se prepararon en la cuarta etapa, dependiendo en que horno se vaya a fundir el combustible varía. Para el horno cubilote el combustible es el coque, en el caso de los hornos basculantes de crisol fijo, y rotativos el combustible que se utilizaba era el aceite quemado, actualmente se esta cambiando por un sistema a gas. Otro cambio de tecnología que se esta dando en INTRAMET es el horno de inducción eléctrica, este horno funciona por medio de energía eléctrica.

Sexta Etapa: Colado del Metal

Esta operación continua cuando se ha terminado de fusionar toda la aleación metálicas, lo más importante es que no se pierda tiempo de la etapa anterior a ésta, ya que puede solidificarse el material fundido.

Las entradas para esta etapa son: arena de sílice, bentonita, agua, E.E . guantes, ollas de vaciado. Y como salidas existen: gases, residuos de metal, vapor de agua, ruido.

Séptima Etapa: Desmoldeo

En esta penúltima etapa se debe retirar la pieza fundida del molde, para luego proceder a darle el acabado final por medio de las máquinas herramientas, tales como el torno, fresa, rectificadora, esmeril, pulidora, entre otras.

Como entradas se tiene únicamente al personal y sus herramientas para vaciar al molde, y las salidas son arena quemada, bentonita, residuos metálicos, material

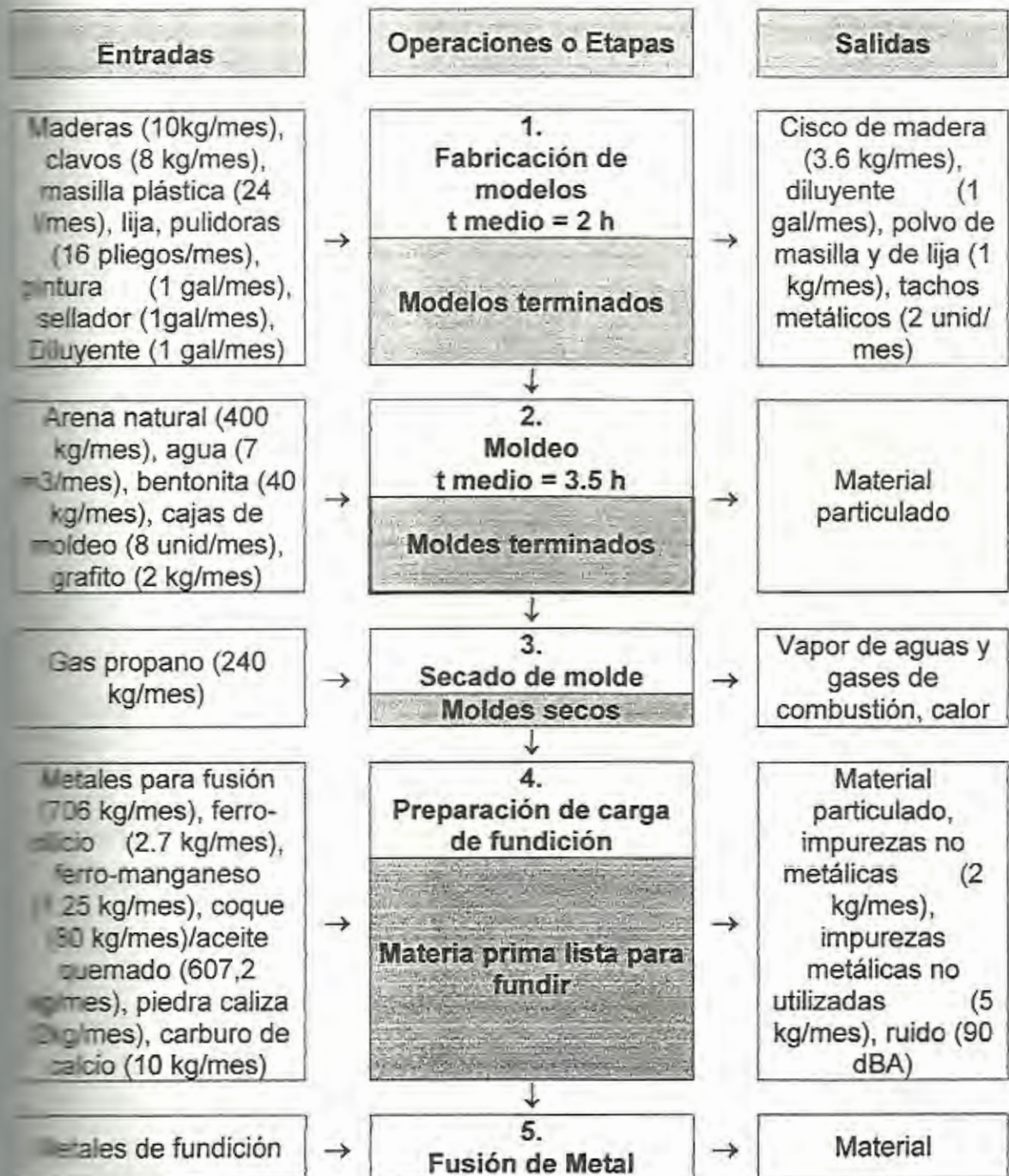
particulado , todos productos del molde y del material extra que se lo utilizo para el rebosadero del colado.

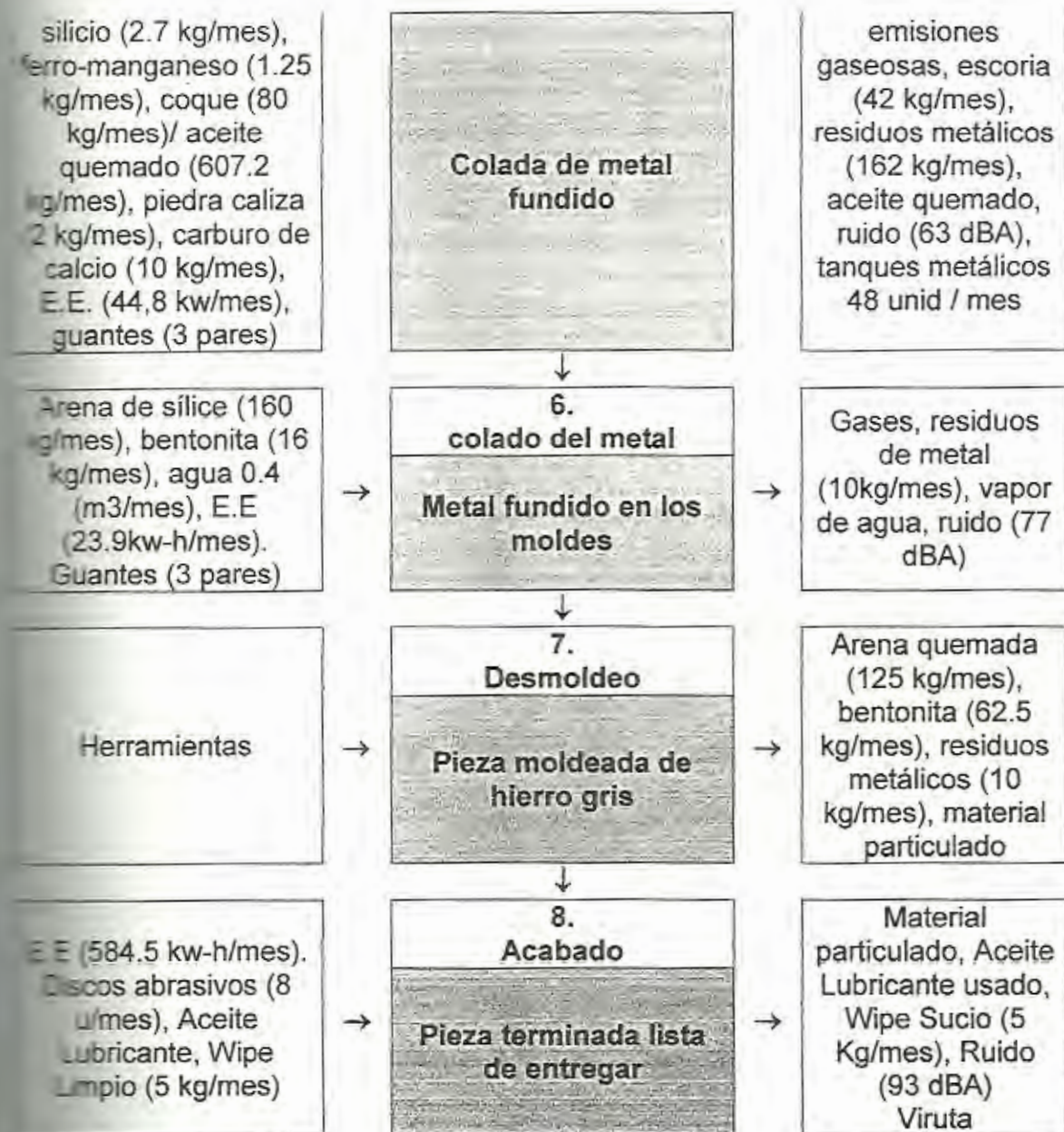
Octava Etapa: Acabado

Esta última operación consiste en refinar el semiproducto. Dependiendo de la forma de la pieza, se puede utilizar tornos, fresas, rectificadora cilíndrica o plana, pulidora, esmeril entre otros. En INTRAMET el acabado lo realiza un técnico especialista.

En esta última etapa para casi todos las fundiciones, excepto las que utilizan hornos de inducción, es donde más energía eléctrica se utiliza, también se usan discos abrasivos, aceite lubricante, wipe. Las salidas en esta etapa son material particulado, aceite lubricante usado, wipe sucio , ruido, viruta.

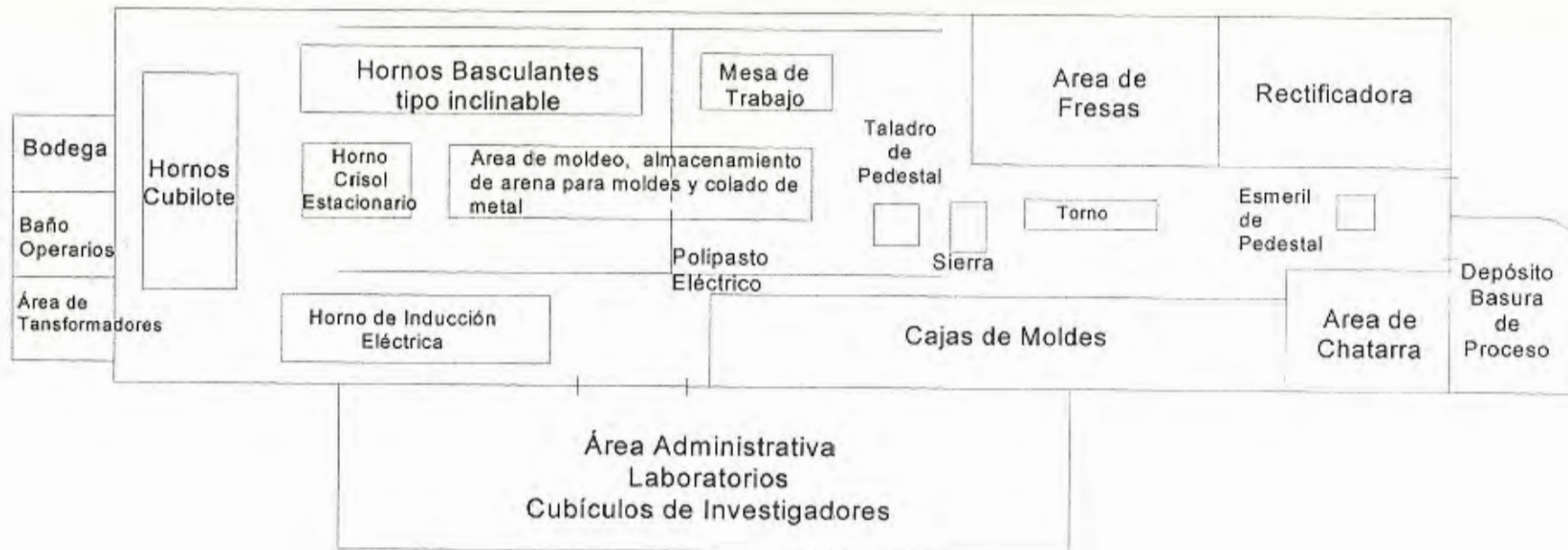
Con conocimientos del proceso se puede construir mejor el flujograma cuantitativo, el cual es el que se va a adjuntar a continuación.





7.2.2. Lay out de las Instalaciones

Con el flujograma se visualiza mejor cuales son las entradas y salidas del proceso, mas no se sabe cual es el flujo másico que se siguen durante las operaciones. Una de las formas de representarlo mejor es mediante un lay-out de



7.3. Desarrollo de Estudios de Caso

La herramienta que permite precisar definitivamente cuales van a ser los estudios de casos a implementar es la matriz de evaluación.

Los estudios de casos escogidos mediante matriz de evaluación de datos para la empresa INTRAMET, se detallan en la tabla 3.

TABLA 3
ESTUDIOS DE CASOS SELECCIONADOS

ESTUDIO DE CASO	NOMBRE DEL ESTUDIO	MOTIVO DE ELECCIÓN
1	Cambio de combustible o cambio de tecnología	El combustible que se utiliza está prohibido por la Normativa Ambiental, debido a la toxicidad de sus emisiones,
2	Disminuir la cantidad de productos defectuosos o de reproceso	El porcentaje actual de material de reproceso es de 33,3 % , con esto se genera mas gasto en energía, combustible, horas hombre, y se forma mas escoria
3	Disminuir el consumo de gas	No se tiene un control de cuanto gas se necesita para el secado, por no tener un buen control del agua.



7.2.3. Estudio De Caso #1: Cambio de Combustible o Cambio de Tecnología

Por medio de inspecciones visuales a la planta se puede observar que INTRAMET tenía problemas con el combustible, tanto en el combustible que se estaba usando, debido a la prohibición de su uso, y en el manejo de éste, debido a la cantidad de derrames en el almacenamiento y disposición. El manejo de combustible será un estudio de caso a futuro, pero que se lo ha monitoreado para observar la disposición de éste. Se debía hacer un cambio de combustible, pero sea cual fuere el cambio siempre iba a costar más que el aceite quemado.

Se monitoreo cuantas veces se pudo la etapa de almacenamiento de combustible, y la forma de disposición del mismo. Para este estudio se utilizó como indicador el *Combustible perdido por producto fundido*. Mediante los monitoreos se estableció que se perdía aproximadamente

un 10 % del combustible ingresado por fundición. En el caso previo a la implantación, la pérdida de este combustible no causaba un perjuicio económicamente importante, debido al costo del galón de aceite quemado, 0,14 ¢. Pero lo más importante es que en la nueva Normativa Ambiental está prohibido el uso de aceite quemado como combustible, y ésto se puede ver en los anexos de reglamentación de este proyecto, en la sección de emisiones al aire.

Se tenía varias posibilidades de cambio de combustibles, las cuales eran diesel, gas, bunker o un cambio tecnológico a un horno de inducción. Indiscutiblemente la solución que aumentaría la eficiencia productiva al proceso era el horno de inducción eléctrica, ya que reduce la cantidad de escoria y emisiones de gases en más de 90%. Una de las incógnitas en este caso era la factibilidad de la implementación del mismo. Debido a la poca posibilidad de implantación se pensaba escoger las opción del diesel, que era una buena solución y mucho mas viable que la anterior. El gas también podía ser una buena elección siempre y cuando el material que se fuese a

fundir no tengo un alto punto de fusión, debido al poder calorífico del gas. Finalmente por decisión de alta gerencia se escoge el horno de inducción.

Teóricamente el horno de inducción es la opción que mayor eficiencia productiva y menor producción de salidas posee. Debido a que existe un cambio tecnológico, también se decidió tener un indicador de las salidas, el cual fue *Generación de escoria por producto*. Actualmente se encuentra en proceso de pruebas, y se piensa fundir en el a partir de Julio o Agosto de 2003.

El mayor costo en la mejora tecnológica es el de la adquisición del horno que con equipos auxiliares y repuestos y mano de obra, cuesta aproximadamente 50 000 USD. El horno de inducción ocasionaría ventajas económicas, ambientales y productivas.

A continuación se puede ver unas fotos donde se aprecian las emisiones de gas debido al combustible.



FIG. 5 EMISIONES GENERADAS EN EL ARRANQUE DEL HORNO

7.2.4. Estudio De Caso #2: Disminuir la cantidad de productos defectuosos o de reproceso

Este segundo caso se lo corregirá disminuyendo el tiempo de pasar de una etapa a otra, y teniendo en cuenta que cantidad de material fundido se iba a producir,



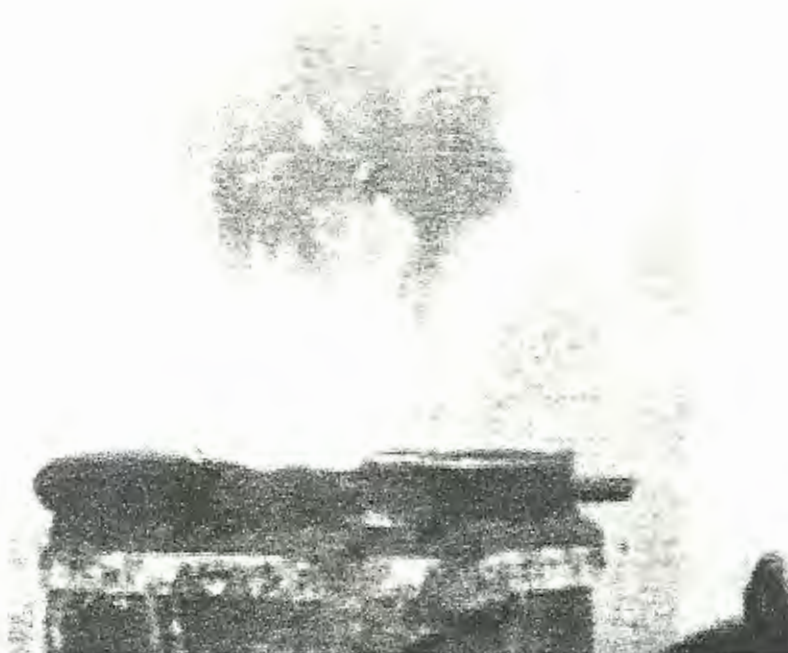


FIG. 5 EMISIONES GENERADAS EN EL ARRANQUE DEL HORNO

7.2.4. Estudio De Caso #2: Alta cantidad de productos defectuosos o de reproceso

Este segundo caso se lo corregirá disminuyendo el tiempo de pasar de una etapa a otra, y teniendo en cuenta que cantidad de material fundido se iba a producir,

primeramente pesando todas las entradas en la etapa de preparación de la carga de fusión, para saber la cantidad de material neta que se iba a colar en los moldes. De esta manera no iba a sobrar demasiado material fundido sin colar, o no iba a faltar material para llenar algún molde, entonces tener que reprocesarlo. El indicador que se utilizará en éste caso es *Consumo de materia de reproceso por producto*. En teoría es aceptable un 10 % de material de reproceso, pero en INTRAMET se estaba generando aproximadamente un 30% de este tipo de material. Anteriormente se estaba optando por una solución se podría decir más fácil, pero en la que a la larga perdían mas ingresos, la cual era contemplar dentro del precio del cliente una cantidad extra por material a reprocesar.

Reprocesar material es inevitable, pero si no tuvieran que reprocesar tanto material, podrían ganar aún mas que cobrando un extra al cliente. Ya que están evitando perder tiempo, energía, combustible, eficiencia productiva, entre otros. En este segundo caso de estudio su finalidad es :1) Llevar un mejor control de la preparación de la carga de

fundición 2) Tener un mejor control del material de reproceso 3) Reducir el porcentaje actual de material de reproceso de 33,3 % a 13%. 4) Tener un procedimiento de Fundición para trabajar bajo estándares.

En éste caso se va a emplear varias soluciones, como la reubicación de la arena de moldeo en un lugar que no obstaculice el paso del personal, para que la ruta que deba tomar para ir de la etapa 5 a la seis sea más corta. Proporcionarles herramientas en mejores condiciones para colado o arreglar las que actualmente posee la empresa, para que no tengan que hacer tanto esfuerzo al cargar la colada y la velocidad del vertido sea lo mas constante posible. Proporcionarles equipo de protección personal para que se pueda realizar el trabajo de una forma más cómoda y segura.

El costo para la implementación del estudio de caso para disminuir el material de reproceso representa mayoritariamente la mejora de herramientas , y darles EPPs adecuados. También habrá que reubicar las arenas, y eso se podrá planificar con los operarios cuando no haya

producción. Este costo ya esta contemplado dentro del pago a los operarios.

En la siguiente figura 6 se puede apreciar la forma en que el material es colado.



FIG. 6 COLADO DEL MATERIAL

7.2.5. Estudio De Caso #3: Alto Consumo de Gas

A la fecha de la elección de los estudio de casos el consumo de gas se encontraba en dos etapas del proceso, en la etapa de fusión y en la del secado. En este estudio de caso solamente será contemplado el consumo durante el secado.

Durante la operación de secado de moldes se utiliza gas para evaporar el agua que se ha introducido para la fabricación de los moldes. A pesar de que la producción de INTRAMET es por pedido, el consumo de gas es de alrededor de 192 tanques anuales. El indicador usado es consumo de gas por producto secado.

Las soluciones que se están dando son que se implemente una forma de dispersar el agua en la arena de sílice durante la preparación de los moldes. Se piensa dispersar el agua mediante un aspersor manual. Este aspersor dará la cantidad exacta de agua, y en base a eso, se sabrá que cantidad de gas es necesario para secar el molde.

El mayor costo de este estudio de caso representa el aspersor manual, existen algunos modelos, pero los opcionados cuestan aproximadamente 15 dólares. A cambio se tendrá un mejor control y se utilizará solo el gas necesario en el tiempo justo para el secado de los moldes.

En la siguiente figura 7 se puede observar como se seca un molde.

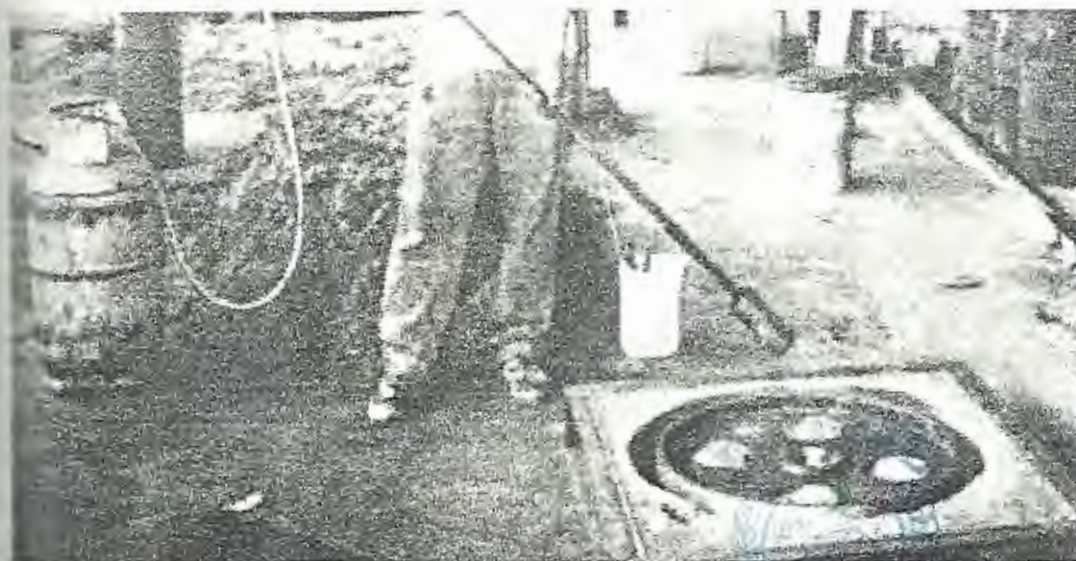


Fig. 7 Secado de Moldes

7.4. Viabilidad Económica

La factibilidad económica es frecuentemente un parámetro clave para determinar si una opción debe ser implantada o no. En esta empresa una de las medidas para evaluar las opciones más

atractivas es la viabilidad económica. Esto a la vez refuerza el interés y el compromiso de la empresa en la Producción más Limpia.

La evaluación económica se llevó a cabo mediante estándar de rentabilidad, como el periodo de recuperación, valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR). Al realizar la evaluación económica se consideró diversos costos y ahorro, tales como materia prima, insumos, disminución de generación de residuos sólidos y emisiones atmosféricas, e incluso se consideró en el análisis, las multas y sanciones dadas por la Normativa Ambiental Ecuatoriana y el IESS.

En el primer estudio de caso se consideró los parámetros antes y después de P+L, tales como las materias primas, insumos y generación de escoria en los hornos tipo cubilote y basculante, mano de obra, sanciones Ambientales, y de Seguridad y Salud Ocupacional impuestas por el Municipio. Por medio de esta herramienta nos servimos para demostrar los ahorros significativos que se obtendría en el caso de la implementación de un horno de inducción.

Para el segundo estudio de caso, disminución de materia prima de reproceso, la inversión era de tipo buenas prácticas de manufactura, por ende mucho menor que para el caso anterior de cambio de tecnología. Los factores que se consideraron antes y después de la implementación de P+L, fueron las materias primas, reproceso que se genera en cada uno de los materiales, y las multas impuestas por el Municipio.

En el tercer caso, consumo de agua y gas, los factores a evaluar fueron el consumo de estos dos insumos para el secado de moldes. La inversión fue de buenas prácticas de manufactura, el costo en este caso, fue el menor.

En la siguiente sección se verán los resultados de la viabilidad económica en cada uno de los casos, también se puede hallar con más detalles la viabilidad económica en el manual 4.



8. RESULTADOS

Para establecer el programa Producción más Limpia se necesitan muchos factores, pero el más importante es el del involucrar y obtener apoyo a nivel gerencial. Sin el compromiso de la gerencia no habrá acciones y resultados reales. En el caso de INTRAMET, hemos obtenido todo el apoyo tanto de parte del gerente, como del Jefe de Operaciones y el personal.

Una de los resultados más importantes que se ha logrado por medio de este programa de Producción más Limpia, es que se ha creado una base de datos o inventario para INTRAMET, la cual le permitirá controlar mejor todo su proceso no solo en lo productivo, sino en lo administrativo como son las ventas, accesibilidad de información, entre otros.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los casos.

8.1. Estudio de caso 1: Cambio de Combustible o de Tecnología

En el primer caso, donde la solución al combustible fue el cambio de tecnología fue el cambio a un horno de inducción, se encontraron las siguientes ventajas:

Su operación asegura un alto rendimiento y bajo costo de producción. Se estima un ahorro de \$30 por kilo de metal fundido, si se compara con el horno que utiliza carbón o petróleo, en el caso de INTRAMET, sería el coque o el aceite quemado.

Aunque las normas sobre material particulado vigentes establecen un tope máximo de 355 mg/Nm³, la emisión típica de los hornos que no sean de inducción eléctrica o a gas es de 1.000 y 1.500 mg/m³ de partículas en suspensión. Con la adición de filtros de manga, estos equipos son capaces de bajar hasta en un 90% estas emisiones, pero a largo plazo esta solución de fin de tubo costaría mucho más que el cambio de tecnología.

La implantación del horno de inducción es un cambio a una Tecnología Ambiental Sana, debido a que

- a) Reducen los riesgos para la salud humana y el medio ambiente

- b) Usan los recursos naturales y fuentes de energía con mayor eficiencia que las convencionales (ahorran energía y materias primas; usan los recursos de forma más sostenible)
- c) Reducen las emisiones tóxicas y desechos
- d) Reciclan una mayor porción de sus desechos y productos
- e) Tratan los desechos residuales en forma más aceptable que las tecnologías que han venido a sustituir

Anticipándose a la necesidad de contar con un proceso más "amigable" con el medio ambiente, este Horno de Inducción es capaz de procesar metales ferrosos y no ferrosos con mayor eficiencia, y alcanza un precio equivalente a un tercio de las alternativas importadas que hay en el mercado.

En la figura 8 se puede observar el horno de inducción que se está implantando en INTRAMET.

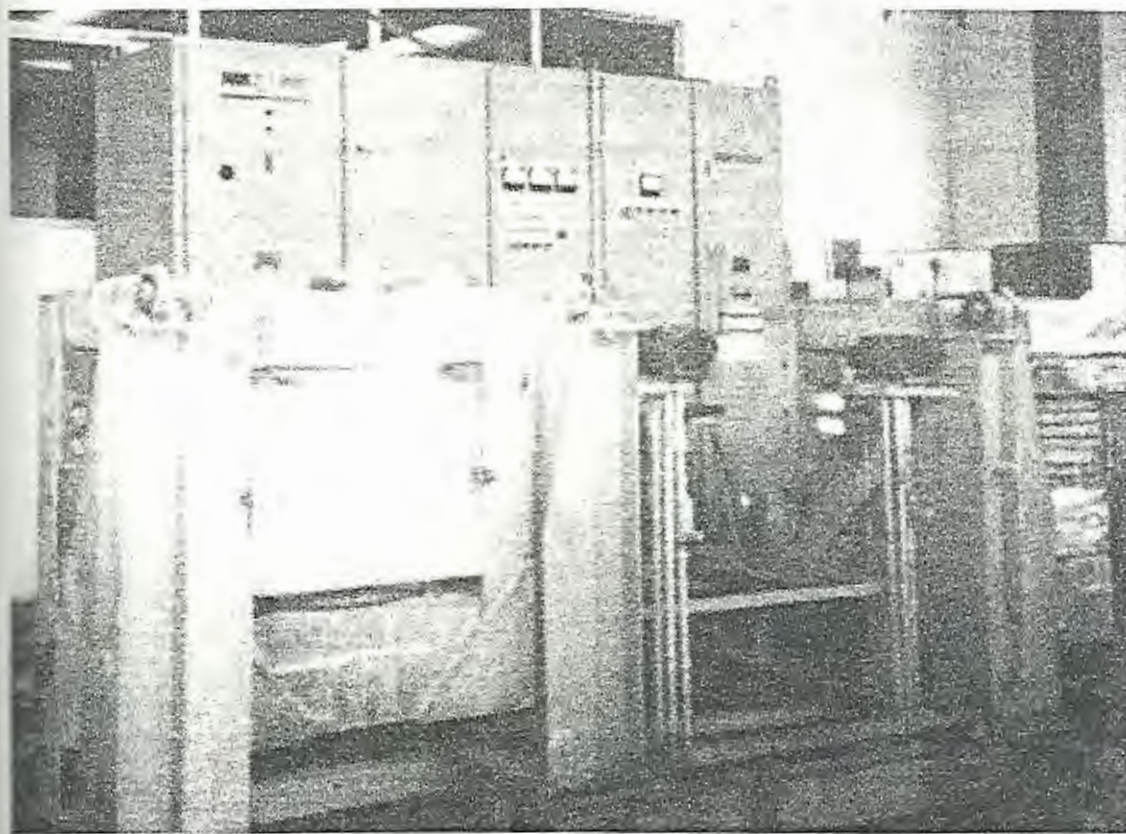


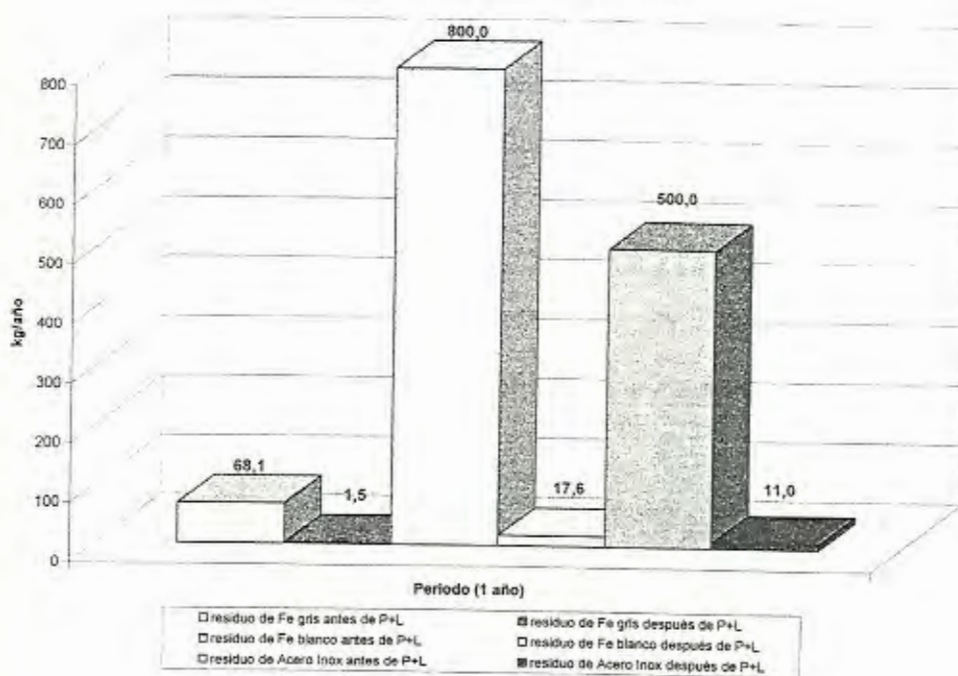
FIG. 8 IMPLANTACIÓN DE HORNO DE INDUCCIÓN

Viabilidad Económica

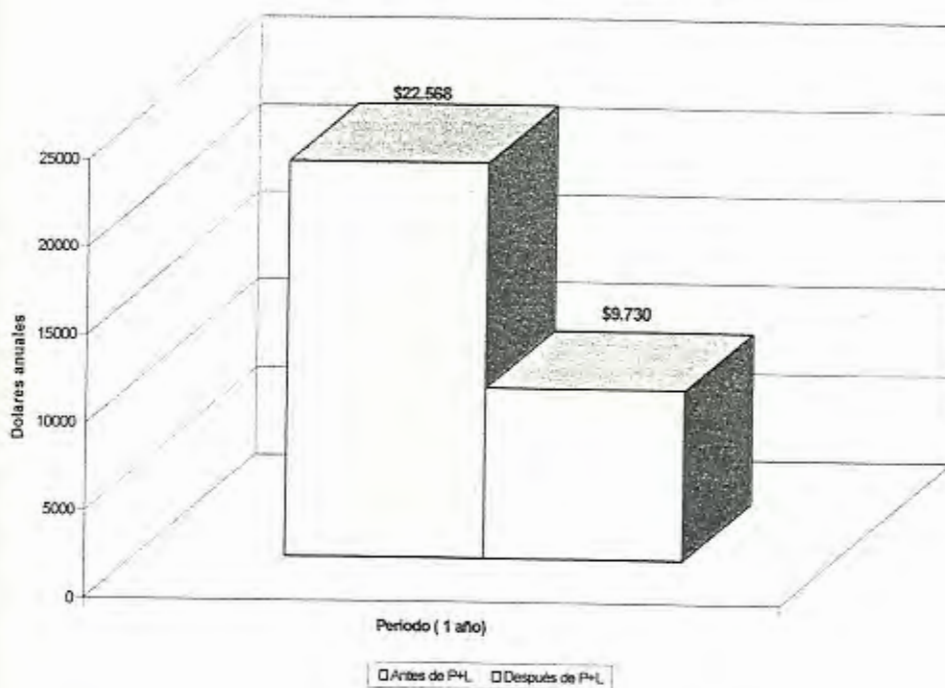
Para este caso la inversión total fue de 50 000 USD. En los siguientes cuadros se puede apreciar el beneficioso ambiental y económico después de Producción más Limpia.



Comparación de la generación de residuos



Ahorros por implementación de Hornos Inducción



Para mayor información sobre este caso, se debe revisar el manual cuatro.

8.2. Estudio de caso 2: Alta Cantidad de Material de Reproceso

Actualmente se están reubicando las arenas, desplazándolas unos metros hacia la parte de atrás de la planta. Haciendo más accesibles la operación del colado del material, disminuyendo tiempo de pasar de una etapa a otra.

A INTRAMET todavía le falta dotar de EPPs adecuado para el personal, como cinturones para evitar hernias, guantes para todos los operarios, equipos contra altas temperaturas, zapatos adecuados, mejorar las ollas de vaciado y herramientas existentes.

Aún falta implementar por completo este caso, ya que en lo que más se esta invirtiendo actualmente es en el horno de Inducción y en el cambio de sistema de combustible en los hornos de crisol de aceite quemado a gas.

En la figura 9 se puede observar la reubicación de las arenas.

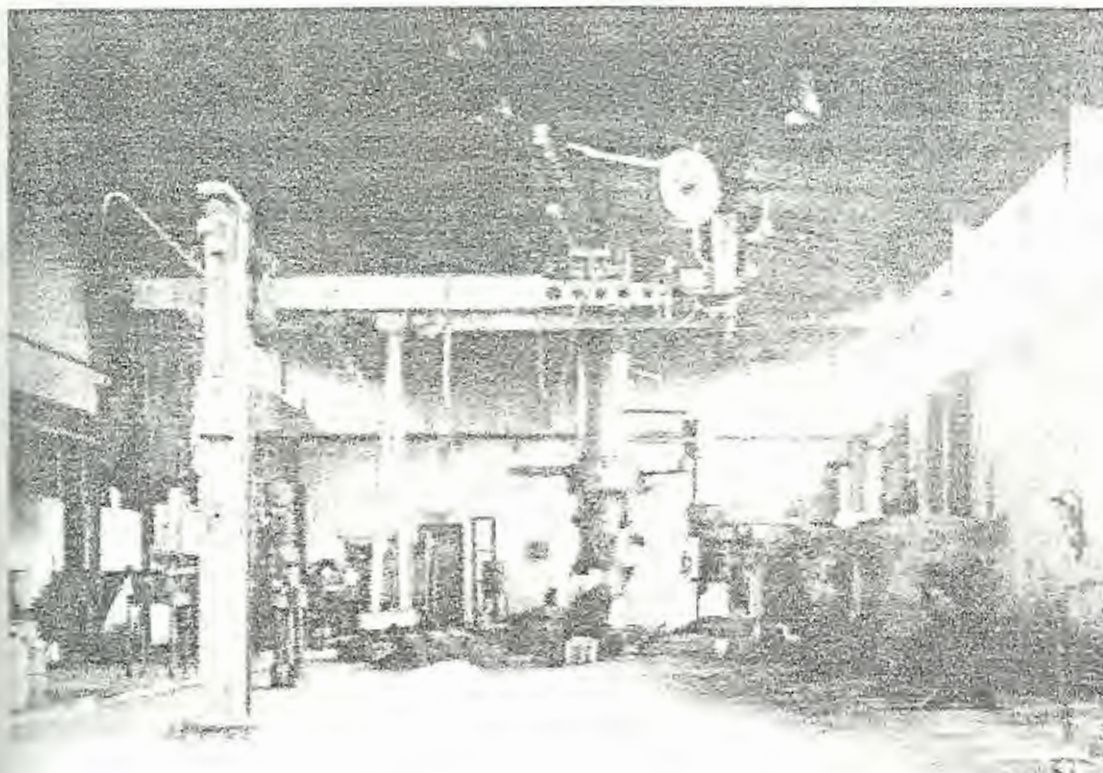
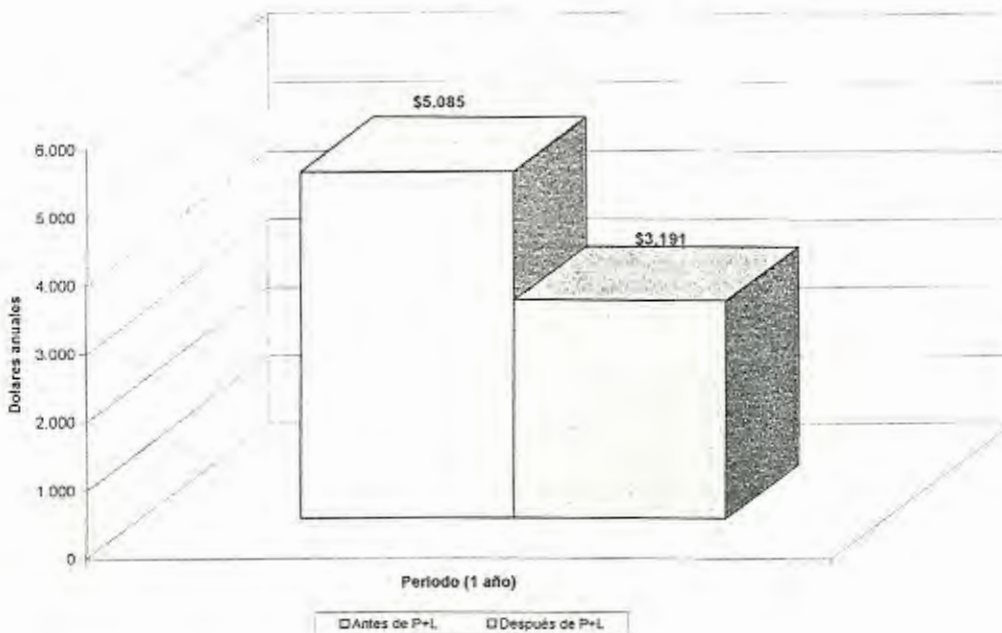


FIG. 9 VISTA GENERAL DE LA PLANTA (REUBICACIÓN DE LAS ARENAS)

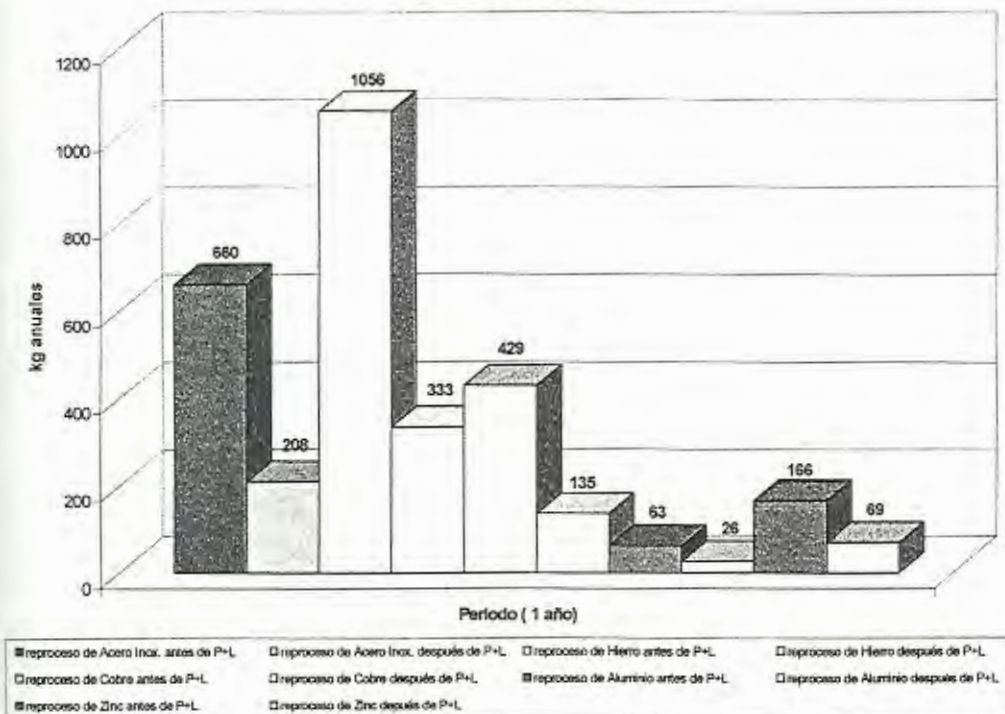
Viabilidad Económica

La inversión realizada para este estudio de caso fue de 600 USD, la cual fue utilizada para comprar EPPs y mejorar las herramientas que posee la empresa. En los siguientes gráficos se puede observar la comparación cualitativa económica y ambiental de la situación antes y después de P+L.

Ahorro Económico por Disminución de Reproceso



Impacto Ambiental
Disminución de reproceso



Para mayor información sobre el TIR, VPN y tiempo de recuperación de la inversión, deberá ver el Manual cuatro.

8.3. Estudio de caso 3: Consumo de gas en el secado

En este último caso de P+L, mediante los indicadores ambientales, se establece que el consumo excesivo de gas se debe a la cantidad de agua usada en la preparación de los moldes. La cantidad necesaria de agua es la mitad, haciendo que el consumo de gas disminuya en un 50 %. Para esto se necesita de alguna forma de introducir el agua uniformemente, en este caso se uso un aspersor de mano. De modo que se dosifica y distribuye homogéneamente la cantidad de agua requerida, de esta manera se ahorra gas y tiempo durante el secado.

En la figura 10 se puede observar la diferencia de humedad de las arenas.



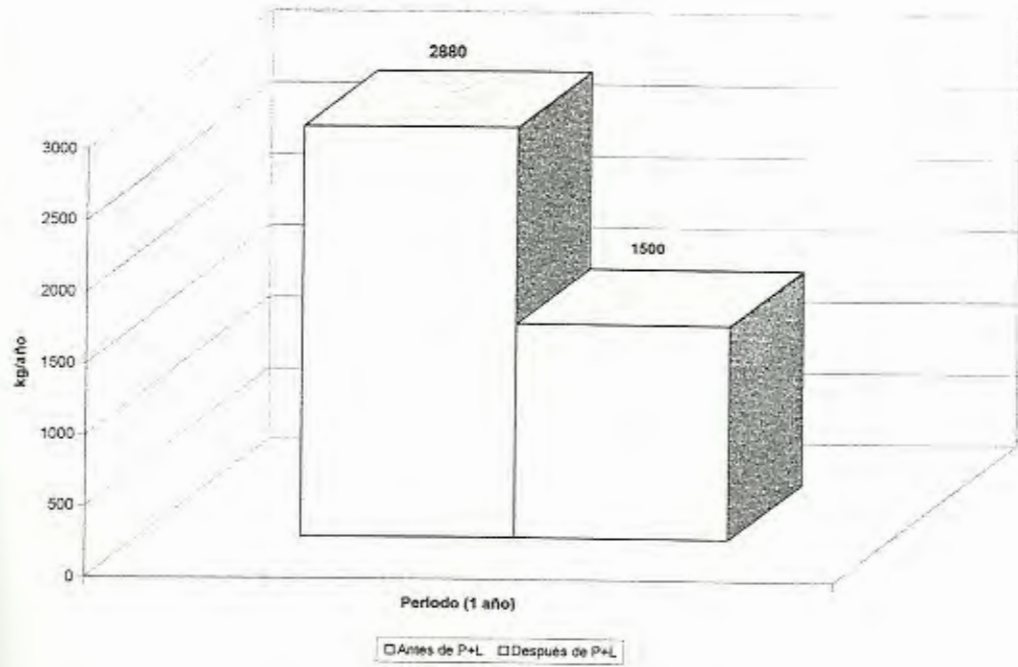
FIG. 10 ARENA SECA Y ARENA HÚMEDA

Viabilidad Económica

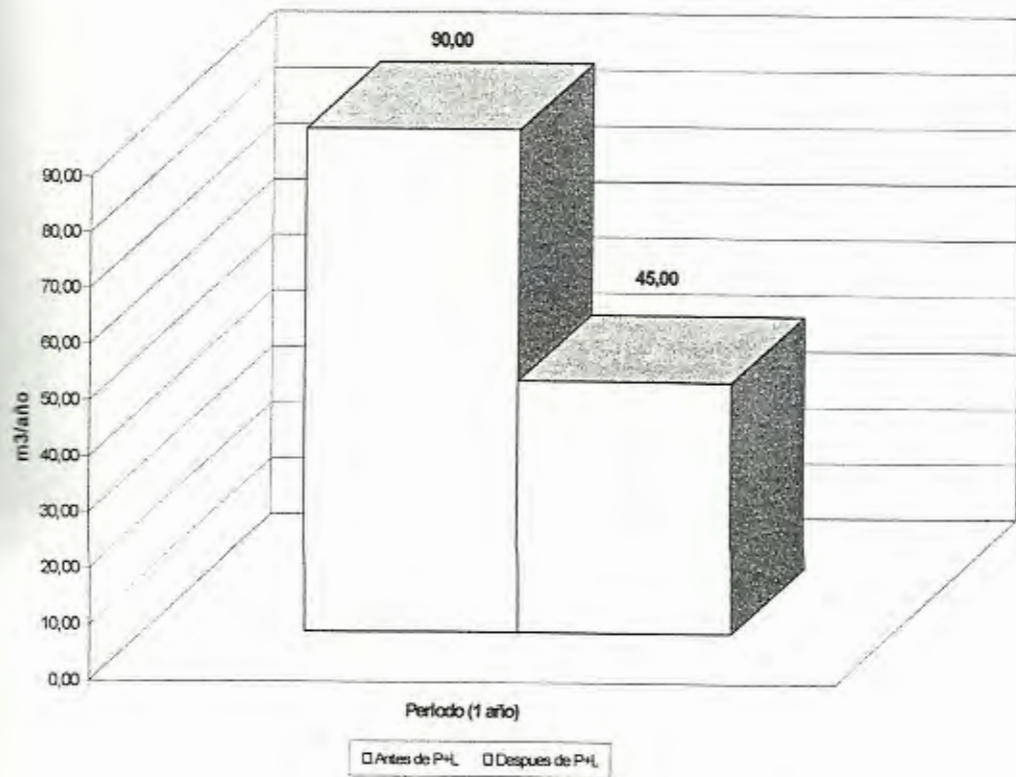
En las siguientes gráficas se puede observar las mejoras económicas y ambientales, proporcionadas por el uso de un aspersor de mano, cuyo costo es de \$ 10.

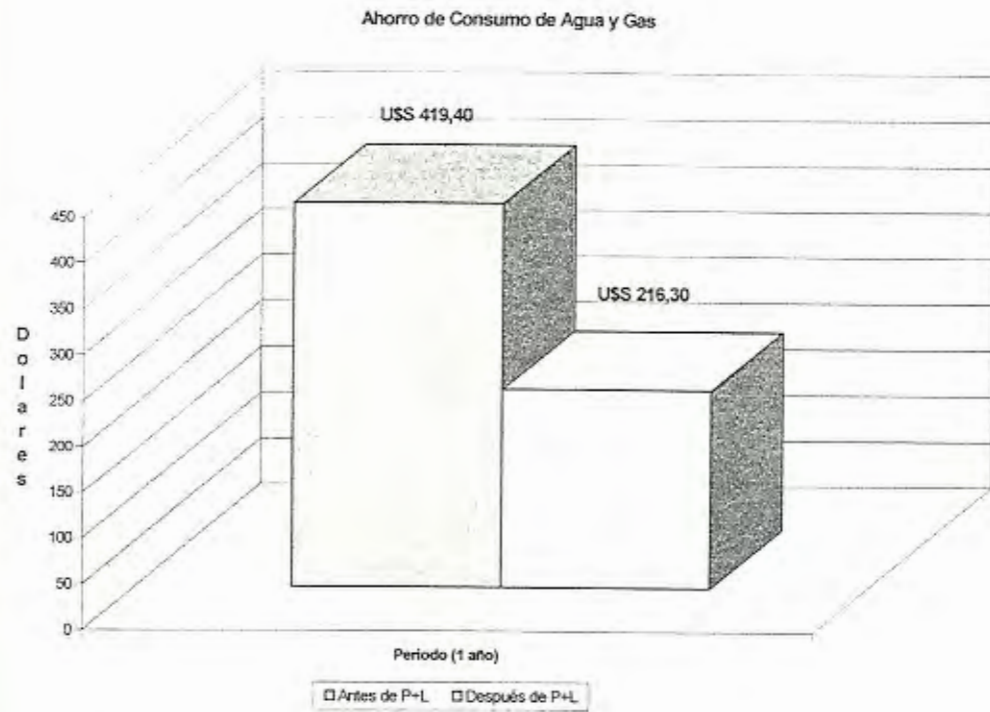


Consumo de Gas



Consumo de Agua





Para mayor información sobre la rentabilidad económica y los beneficios en este caso, se debe revisar los detalles en el manual cuatro.

En la tabla 4 se puede observar los resultados generales que hasta ahora tiene INTRAME T.

TABLA 4

RESULTADOS GENERALES

Estudio de Caso	Soluciones	Tipo de Solución	Costo de Solución	Tiempo de Recuperación de inversión	Beneficio de Solución
Mejora en el manejo de combustible y cambio de combustible o cambio de tecnología	Horno de Inducción	Cambio de Tecnología	\$ 50 000	1,6 años	<ul style="list-style-type: none"> -Multas Ambientales (\$27 400 US) - Mejora Higiene Industrial (se evita multa de 500 USD) - Aumenta Eficiencia Productiva en 55 % - Ahorro en costos operacionales a partir del segundo año de \$5 900 - Se genera más de 90 % menos de escoria y emisiones. - Se mejora el ambiente laboral

Estudio de Caso	Soluciones	Tipo de Solución	Costo de Solución	Tiempo de Recuperación de Inversión	Beneficio de Solución
Disminuir la cantidad de productos defectuosos o de reproceso	<p>Reubicación de la arena</p> <p>Mejorar las herramientas para el colado y desmoldeo</p> <p>Dar el equipo de protección personal adecuado</p>	Buenas Practicas Operacionales	\$ 600	5 meses	<ul style="list-style-type: none"> - 20 % menos de material de reproceso - Ahorros en costos operacionales de más de \$ 1000 anuales - Beneficios a la salud del operario
Disminuir el Consumo de Gas	<p>Rociar la arena con un aspersor de agua</p> <p>Documentar procedimiento para preparación de moldes</p>	Buenas prácticas operacionales	\$ 10	0,79 meses	<ul style="list-style-type: none"> - Mejor control del agua de proceso - Mejora la distribución del agua - Reducción de tiempo de secado - Disminución de la cantidad de gas para el secado

9. CONCLUSIONES

Producción más Limpia es una estrategia preventiva e integrada que contribuye a la protección ambiental y al desarrollo industrial. Mediante este programa se pueden lograr resultados que incluyan el uso eficiente de materias primas, agua y energía, la eliminación de productos tóxicos y la reducción de emisiones y desechos en la fuente. Con los estudios de casos implantados se puede concluir lo siguiente.

9.1. ESTUDIO DE CASO I

Debido a la implantación del horno de inducción se han logrado cambios tecnológicos, ambientales y económicos.

En lo ambiental se tiene una enorme disminución de la escoria y de las emisiones atmosféricas. Ya que en ambos casos se disminuye más del 90%. La escoria que se forma en los hornos es de un 15 a 25 % de la materia prima, vs. la escoria que genera el horno de inducción que es de 1%.

Como ya no se utiliza combustible fósil, no existirá la etapa de almacenamiento de combustible, y por ende no habrá derrames cuando se eleva el combustible hacia el tanque de reserva. De esta manera se está evitando un pasivo ambiental en el suelo, producto

de los derrames de aceite quemado, ya que el piso no está impermeabilizado, y no existen canales de contención.

Otros de los beneficios del horno de inducción es que el mejor aprovechamiento de la carga de fundición que ingresa al horno en un 55 %, debido a la mayor eficiencia productiva de este tipo de horno con respecto a los hornos. De esta forma existirá un beneficio ambiental, por que se está utilizando menos recursos naturales.

Con esta solución de P+L se evitan multas ambientales estipuladas por el Registro Oficial de las Normas Ambientales, de alrededor de 27 400 USD.

En lo tecnológico se presentan evidentes ventajas tecnológicas en relación a aquellos que emplean carbón o petróleo. Entre ellas se cuentan:

- Permite obtener metales limpios, exentos de gases y de productos de combustión, que puedan originar reacciones metalúrgicas no deseables, como oxidación, recarburación o contaminación por azufre, entre otras.
- Hay una mínima pérdida de metal.
- El costo de los materiales refractarios es mínimo, ya que ninguna parte del horno está a mayor temperatura que el propio metal.

La seguridad ocupacional está considerada en la implementación de los hornos de inducción, debido a que son menos riesgosos para la planta y no son fuentes generadoras de ruido. Debido a que mejora las condiciones ambientales de trabajo, pues no hay pérdidas excesivas de calor, ni hay humo ni polvo. El volteo de las cubas es activado electrónicamente, y por eso hay una mayor precisión en donde se deposita el metal en las ollas de vaciado. Ya no habrá la intervención manual de parte de los operarios y no se expondrán a altas temperaturas, ni a cargas excesivas, por ende tendrá mas seguridad laboral.

Finalmente en lo económico se estima un ahorro de \$30 por kilo de metal fundido, si se compara con el horno que utiliza carbón o petróleo.

Por medio de la viabilidad económica se puede apreciar que el periodo de recuperación es de 1,6 años, el VPN es de 55 304,81, la tasa interna de retorno es de 29,5%, y por medio de flujo de caja se obtiene un flujo de caja incremental, a partir del 2do año de 10 452,98 USD.

12. ESTUDIO DE CASO 2

En este estudio se consideró disminuir el porcentaje de material reprocesado, y ésto no solamente ayuda al ambiente, debido a que se dejan de generar residuos sólidos peligrosos como es la escoria, si no que se aumenta la eficiencia productiva del proceso. Lo más

importante de este estudio es que solamente con buenas prácticas operacionales se mejoró en gran parte este caso.

Con la disminución de material de reproceso se han logrado beneficios ambientales, económicos y de salud ocupacional. El principal recurso ambiental recuperado mediante este estudio de caso es el recurso natural, ya que se disminuye el porcentaje de material de reproceso de un 33 % a un 10%.

Los beneficios de salud y seguridad ocupacional se deben a que la ruta que recorrerá la colada es menor, y por ende los operadores no deberán cargar por tanto tiempo la colada y disminuirán enfermedades crónicas.

En lo económico se ha invertido 600 USD, pero la inversión va a ser recuperada en 5 meses con una tasa interna de retorno de 221 % y un valor presente neto de 8 256 USD.

8.3.

ESTUDIO DE CASO 3

El consumo de agua y gas disminuirán en aproximadamente en un 50%, debido a esto se disminuirá el efecto ambiental para el uso de recursos naturales, y por consiguiente económicamente también existirá un ahorro.



Con la evaluación de estos estudios de casos se puede decir que el programa de Producción más Limpia es un conjunto integral de actividades, cuyo objetivo es mejorar el enfoque de la producción por medio de la empresa y sus actividades. Una segunda evaluación no se debe iniciar inmediatamente después de finalizar la primera, ya que se deben generar ideas e información para la siguiente evaluación. Pero en el caso de INTRAMET se debe tener en cuenta todas las recomendaciones de estudios de casos adicionales que se han sugerido.

10.RECOMENDACIONES

La primera recomendación del programa de Producción más Limpia es el que la gerencia diseñe una política específica para este fin. Además incluir los siguientes componentes en el programa de Producción más Limpia:

- Se sugiere contratación externa de un coordinador de Producción más Limpia, el cual:

- ✓ Desarrollará un plan de acción, y
- ✓ Evaluará y ajustará el programa anualmente

La mejor manera de mantener actividades de Producción más Limpia es introducir un programa que abarque todas las actividades que se necesitan para obtener entusiasmo y compromiso para realizar evaluaciones de Producción más Limpia.

Se recomienda rehabilitar todos los equipos que existen en INTRAMET, pero que no se están usando debido a falta de capacitación del personal. Por ejemplo el pisón neumático es necesario para mejorar las condiciones de moldeo. Para esto se requiere tendido de la red de distribución de aire, este equipo aumenta notablemente la capacidad de producción de moldes.

Se deberá volver a ajustar los objetivos de la empresa, para tener menor consumo de entrada, y disminuir los productos tóxicos y contaminantes a la salida de cada una de las operaciones.

Se debe mejorar la seguridad en la alimentación de hornos basculantes y de cubilote.

Seguir implementado las oportunidades de Producción más Limpia que se han planteado en el manual cuatro.

Existen los extintores de incendio en la planta y siguiendo las normas de seguridad que recomienda la Agencia Nacional de Protección contra los Incendios, se requiere realizar la instalación de los mismos en los sitios de riesgos de incendio

Realizar mantenimiento periódico de la pintura del edificio para darle el mejor aspecto visual a la empresa, ya que esta integrada a una universidad.

Seguir con la auditoría de seguridad cada cuatrimestre, para ver que medidas de seguridad hacen falta. Y adquirir equipos de protección personal (EPP's) si se necesitan.

Finalmente se recomienda que la empresa deba continuar mensualmente llenando las tablas dadas en los manuales, para así actualizar la base de datos que se le ha dado, y así tener en orden el inventario de las salidas y entradas de la empresa. Además como un aspecto adicional se deberá llevar una bitácora de trabajo de todos los pedidos que se realicen.

11. APÉNDICE



MINISTERIO DE SALUD
SERVICIO DE SALUD
VALPARAISO - SAN ANTONIO
DEPTO. PROG. SOBRE EL AMBIENTE

LISTA DE CHEQUEO: INDUSTRIAS DE FUNDICIÓN

1. Saneamiento Básico

4. Sistema de cloración de agua potable particular funcionando SI NO NC
- Diario libre residual ppm
5. Estanque acumulación agua potable. SI NO NC
5. Si la respuesta anterior es positiva: El estanque se encuentra en buenas condiciones sanitarias. SI NO NC
6. Existe un lugar para disponer basuras. SI NO NC
6. Si la respuesta anterior es positiva: El lugar se encuentra acondicionado sanitariamente. SI NO NC
7. Presencia de vectores SI NO NC

2. Control de Alimentos

- A. Cuenta con un lugar exclusivo para la alimentación de los trabajadores.
Comedor (continuar desde m hasta n) Casino (continuar desde c hasta l) Ninguno
- B. Cuenta con una línea racional de trabajo (secciones exclusivas para la elaboración) sin entrecruzamiento de líneas. SI NO NC
- C. Sala de producción cuenta con un área de operaciones preliminares como lavado de verduras, pelado, etc.; un área de elaboración con zona caliente y zona fría; un área de distribución y un área de lavado de utensilios. SI NO NC
- D. Cuenta con una bodega de alimentos. SI NO NC
- E. Cuenta con sala de guardarropía con casilleros de uso exclusivo del personal manipulador de alimentos. SI NO NC
- F. Cuenta con S. Higiénicos, separados por sexo, de uso exclusivo para los manipuladores, a no más de 75 mts. del casino, con lavamanos, W.C., ducha con agua fría y caliente. SI NO NC
- G. Cuenta con lavamanos con agua fría y caliente a la entrada de la sala de elaboración. SI NO NC



- H. Cuenta con un sistema de extracción de vapores, gases y olores (campana, ductos, filtro de grasa y olores, extracción forzada). SI NO NC
- I. Cuenta con sistema de mantención en frío (5°C) y/o calor (65°C). SI NO NC
- J. Manipuladores de alimentos cuentan con ropa protectora como cofia o gorra que cubra la totalidad del cabello y delantal. SI NO NC
- K. Las materias primas cuentan con rotulación reglamentaria. SI NO NC
- L. Casino cuenta con sus equipos, utensilios y demás instalaciones, incluidos los desagües en buen estado, limpios y ordenados. SI NO NC
- M. Lugar de colación cuenta con lavaplatos dotado de agua caliente y fría y cocina con sistema de extracción. Con mesas y sillas de superficie lavable. SI NO NC
- N. Existe una adecuada disposición de las basuras. SI NO NC
- Si respuesta es negativa, describa porqué: _____
- O. Cuenta con un calendario de limpieza y desinfección permanente de los lugares de elaboración, como de los equipos. SI NO NC

3. Salud Ocupacional

3. Seguridad Industrial

- A. Existe bodega exclusiva para ellos. SI NO NC
- B. Bodega de estructura sólida e incombustible. SI NO NC
- C. Piso, sólido, lavable y no poroso. SI NO NC
- D. Almacenamiento ordenado sobre pallet o estanterías y separado según su clasificación en NCh 382 Of. 89. SI NO NC
- E. Rotulación de los productos según la NCh 2190 Of. 93. SI NO NC
- F. Existe registro de los productos en español, mantenidos en lugar seguro y a disposición del encargado de la bodega, con las hojas de seguridad respectivas. SI NO NC

B. Almacenamiento de Productos Químicos en Estanques

- A. Existe almacenamiento en estanques. SI NO NC
- B. Indicar número de estanques _____
- C. Estanques señalizados e identificado con NU y clasificación. SI NO NC
- D. Cuenta con pretilas de contención de derrames. SI NO NC
- E. Enumere material almacenado y cantidades. SI NO NC
- F. Cumple con el D.S. 90/95 del MINECOM, en caso de combustibles líquidos derivados del petróleo. SI NO NC
- G. Estanques de combustibles registrados en SEC. SI NO NC
- H. Estanques de gas están regulados en SEC. SI NO NC



Nº	Productos almacenados	Volumen (lt.)

No se dispone de productos químicos en la empresa.

C. Almacenamiento de Productos Inflamables

A. Es de uso exclusiva para inflamables.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
B. Su estructura es con muros de resistencia al fuego F-120 y tipo a.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
C. Cuenta con instalación eléctrica a prueba de explosión e ignífuga.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
D. Cuenta con sistema automático de detección de incendios funcionando.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
E. Cuenta con sistema de control automático de incendios funcionando.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
F. Cuenta con control de derrames.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>

D. Otras Secciones

A. Cuenta con canalizaciones de instalación eléctrica entubadas.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
B. Hay puntos vivos a la vista.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
B.1 La instalación eléctrica esta registrada en SEC.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
C. Maquinarias se encuentran bien instaladas, seguras y protegidas en sus partes móviles (operación, en movimiento, poleas (etc.)	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
D. Cuenta con extintores de incendio de acuerdo al riesgo.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
E. Nº de extintores.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
F. El 100% extintores está con carga vigente .	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
G. Extintores señalizados.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
H. Cuenta con red húmeda.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
I. Bomba mecánica de alimentación de agua funcionando.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
J. Vías de tránsito expeditas y despejadas.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
K. Se utilizan grúas horquillas para transporte de materiales .	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
L. Choferes de grúas cuentan con licencia clase "D".	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
M. Empresa cuenta con mínimo dos puertas de escape.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
N. Elementos de protección personal.			

Elemento de protección Personal	Pulido Desbaste Esmerilado	Corte Plegado Cilindrado	Soldadura al Arco	Transporte de Materiales
Gorro de Cuero			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Protector Facial	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
Antiparra con Protección Lateral	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
Mascara para Soldadura al Arco			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Protector Auditivo	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Guante Cuero Corto	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Protector Auditivo	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
Guante cuero Largo			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Zapato Seguridad	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Coleteo Cuero	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Chaqueta y Pantalón de Cuero (descarne)			SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	

N. Elementos de protección de trabajadores cuentan con certificación.		No
Indicar origen certificación: _____		
O. Lugar se mantiene con buena ventilación.	Si	
P. Se perciben vibraciones en el piso y/o murallas en las cercanías de máquinas o equipos. Si respuesta es positiva, indicar dónde _____		No
Q. Existe sistema de extracción de emisiones nocivas para los trabajadores.		No
Sistema se encuentra funcionando		
R. Servicios higiénicos en buen estado.	Si	
S. Servicios higiénicos con agua caliente.		No
T. N° de servicios higiénicos	Hombres <u>2</u>	Mujeres <u>1</u>
U. N° de servicios higiénicos cumple con D.S. N° 745/92		

W. Cuenta con casilleros en buen estado.

SI NO NC

X. N° de casilleros

Hombres _____ Mujeres _____

Y. N° de casilleros es igual a N° de trabajadores o doble en el caso de exposición a productos tóxicos.

SI NO NC

3.2 Higiene Industrial

Especificar procesos, maquinarias, N° de trabajadores x puesto de trabajo, etc., indicar SI/NO, donde corresponda.

Nombre de los equipos y/o maquinarias	El avance es manual (m) o automático (a)	N° de trabajadores expuestos x maquinaria	Sistema de control x maquinaria (SI/NO)			Protección partes móviles (SI/NO)	Mediciones de terreno x puesto de trabajo			Observación (Indicar el N° de Registro de la fuente de emisión si existe)
			Polvo	Ruido	Solvente		Ruido	Polvo	Iluminación	
	(M/A)									
Molino Mezclador	M	1	S	N	N	N	NE	NE	NE	NE
Horno Basculante	M	1	N	S	N	S	NE	NE	NE	NE
Esmeril	M	1	S	S	N	S	NE	NE	NE	NE
Soldadura	M	1	N	S	N	S	NE	NE	NE	NE
Torno	M	1	S	S	N	N	NE	NE	NE	NE
Horno Inducción	M	1	N	S	N	S	NE	NE	NE	NE
Granalladora	M	1	S	S	N	N	NE	NE	NE	NE
Sand Blasting	M	1	S	N	N	S	NE	NE	NE	NE

NE: No existe

4. Control de Fuentes Fijas

A. Indicar N° de fuentes 6

N° de fuentes puntuales (< de 1000 m³N/hora:

N° de fuentes grupales (< de 1000 m³N/hora:

N° de fuentes medibles 5

B. Indicar tipo de fuentes fijas

B.1. Calderas:

Calderas de calefacción: N° de fuentes _____ N° de registro _____
Calderas industriales: N° de fuentes _____ N° de registro _____

B.2. Hornos industriales

Tipo(s) de horno (s) _____ Cubilote _____ N° (s) _____ 2 _____

Tipo(s) de horno (s) _____ Inducción _____ N° (s) _____ 2 _____

Tipo(s) de horno (s) _____ Basculante _____ N° (s) _____ 3 _____

Tipo(s) de combustible (s): _Gas propano, diesel, aceite quemado _____

Tipo(s) de equipo(s) de controles (s): seitches de temperatura, presión diferencial de enfriamiento, detector de corriente de aerrizamiento, termómetros con termocupla _____

B.3. Proceso Industrial

Tipo(s) de procesos : Fundición de Metales N° (s) _____ 3 _____

Posee equipo de control SI NO NC

B.4. Grupos electrógenos N° de grupos _____ N° Reg. _____

C. Horno de fundición

C.1. Horno Arco Eléctrico.

Utiliza sellos para electrodos. SI NO NC

Utiliza sello en la cúpula del horno. SI NO NC

Utiliza 4 agujero para la extracción de gases. SI NO NC

Realiza limpieza de cuchara con oxigeno. SI NO NC

Tipo de sistema de captación de partículas. (*) _____

(*) No tiene, Electrofiltro, filtro de mangas, ciclones (húmedos o secos), scruber, etc

C.2. Horno Cubilote.

Tamaño promedio de chatarra (Rango esperado)	[pulg]	3 - 4
Diámetro del horno.	[m]	0,38
Tipo de colada (Continua/Batch).	[-]	B
Inyección de oxigeno puro (S/N).	[-]	No
Altura de zona de carga (desde tobera de inyección).	[m]	1,3
Posee damper de descarga directa a la atmósfera (S/N).	[-]	No

Tipo de sistema de captación de partículas. [∗] No tiene

(∗) No tiene, Electrofiltro, filtro de mangas, ciclones (húmedos o secos), scruber, etc.

C.3. Horno de Inducción Eléctrica.

Capacidad del horno	[kW]	350
Número de crisoles	[#]	2
Sección del crisol	[m ²]	0,3
Operación de nodulizado	[Si/No]	No
Posee campana de extracción	[Si/No]	No
Altura de campana (desde la parte superior del crisol).	[m]	No tiene
Sección de la campana.	[m ²]	No tiene
Extracción natural de gases	[Si/No]	No tiene
Extracción forzada de gases	[Si/No]	No tiene
Tipo de sistema de captación de partículas.	[∗]	No tiene

(∗) No tiene, Electrofiltro, filtro de mangas, ciclones (húmedos o secos), scruber, etc.

C.4 Horno Morgan.

Colada por volteo	[Si/No]	
Colada por cuchareo	[Si/No]	
Descarga común de gases de combustión y producto	[Si/No]	
Sección del crisol	[m ²]	
Posee campana de extracción	[Si/No]	
Altura de campana (desde la parte superior del crisol)	[m]	
Sección de la campana	[m ²]	
Extracción natural de gases	[Si/No]	
Extracción forzada de gases	[Si/No]	
Tipo de sistema de captación de partículas	[∗]	

(∗) No tiene, Electrofiltro, filtro de mangas, ciclones (húmedos o secos), scruber, etc.

C.5. Horno Rotatorio.

Posee crisol de mantención	[Si/No]
Descarga común de gases de combustión y producto	[Si/No]
Posee campana de extracción	[Si/No]
Altura de campana (desde la parte superior del horno)	[m]
Sección de la campana	[m ²]
Extracción natural de gases	[Si/No]
Extracción forzada de gases	[Si/No]
Posee colada lateral	[Si/No]
Posee colada por un extremo	[Si/No]
Tipo de sistema de captación de partículas	[*]

(*) No tiene, Electrofiltro, filtro de mangas, ciclones (húmedos o secos), scruber, etc

D. Proceso de fundición

Si/No	Fundición ferrosa	Materia prima (chatarra, lingote, etc.)	Origen materia prima	Destino producto (regiones, internacional)
S	Gris	Chatarra	Automotriz	Local, regional
S	Nodular	Chatarra	Automotriz	Local, regional
	Ambas			
Si/No	Fundición no ferrosa	Materia prima (chatarra, lingote, etc.)		
S	Zinc	Lingote		
S	Bronce	Lingote		
S	Plomo	Chatarra		
S	Aluminio	Chatarra y lingote		
S	Acero Inoxidable	Chatarra y lingote		

E. Planta de arenas

Posee planta de arenas

SI NO NC

Porcentaje de recuperación _____

Sistema de retención para emisiones difusas

SI NO NC

(* Confinamiento en galpón sellado, no tiene, filtro de mangas, ciclones (húmedos o secos), scrubber, etc

F. Sección esmerilado

Posee esmeriles

SI NO NC

Posee sistema de captación para esmeriles (*)

SI NO NC

(* Campanas de extracción, ranuras de extracción, filtros de mangas, etc.

G. Sección de granallado

Posee granalladora

SI NO NC

Posee sistema de captación y retención para granallado

SI NO NC

(* Filtros de mangas, otros, etc.

H. Producto

Moldeo de piezas.

Si/No	Aglomerante	Si/No	Tipo de molde
S	CO2	S	Tierra
S	Resina Fenólica	S	Arena
S	otros (indique): Bentonita	S	Otro (indique): Permanente

I. Control de emisiones a la atmósfera

Si/No	Sistema de Control	Caudal estimado (m3/hr)	Principales problemas.
N	Filtro de manga		
N	Captador húmedo		
N	Ciclón		
N	Caja de expansión		
N	Intercambiador de calor		
N	Campana de extracción		
N	Electrofiltro.		
N	Apaga chispa		

I.1. Filtro de Mangas.

Dilución de aire de emergencia		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
Tipo de remoción:		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
Jet-pulse.	<input type="checkbox"/>			
Vibración Mecánica	<input type="checkbox"/>			
Manual.	<input type="checkbox"/>			
Uso de impactador		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
Superior	<input type="checkbox"/>			
Inferior	<input type="checkbox"/>			
Mangas infladas o succionadas		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
Diferencia de presión	[pulg H2O] _____			
Rango de temperatura de entrada de gases a las mangas	[°C] _____			
Temperatura de operación de las mangas.	[°C] _____			
Área de filtrado.	[m2] _____			
Caudal del ventilador.	[m3/hr] _____			
Potencia del motor del ventilador.	[HP] _____			
Problemas habituales:		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
Quema de mangas.	<input type="checkbox"/>			
Colectación.	<input type="checkbox"/>			
Ruptura.	<input type="checkbox"/>			
Otra.	_____			

I.2 Captador Húmedo.

Flujo de agua.		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
Uso de químicos en agua.		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
Corrosión de partes del equipo.		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
Sistema de retención de lodo		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>
Problemas habituales.				

I.3 Ciclón.

- Diseño original o incorporado. SI NO NC
- Base del ciclón abierta o perforada. SI NO NC
- Posee entrada de aire fresco. SI NO NC

I.4 Intercambiador de calor.

- Gases de combustión con agua o aire. SI NO NC
- Convectivo o forzado. SI NO NC
- Uso de agua directo o indirecto. SI NO NC

J. Materias primas e insumos

Combustible/Insumo	Si/No	Descripción del uso	Consumo (Kg/hr) (Watt/hr)
Lingote	N	Materia Prima	
Chatarra	N	Materia Prima	
Escoria para recuperación	N	Materia Prima	
Carbón (Coque Met.)	S	Combustible	70 kg/h
Aceite quemado	S	Combustible	12 gal/h
Petróleo diesel	S	Combustible	12 gal/h
Gas licuado	S	Combustible	7 kg/h
Electricidad	S	Insumo	
Caliza	S	Materia Prima	
Fundente	S	Materia Prima	
Otros			



- A. Personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes porta su dosímetro. SI NO NC
- B. Las instalaciones y equipos se encuentran reglamentariamente señalizadas. SI NO NC

6. Residuos industriales líquidos (RIL)

No existen RIL

6.1 Verificación de las descargas

- A. Existen descargas de riles fuera de la industria sin tratamiento SI NO NC
- B. Actividad industrial produce riles SI NO NC
- C. Riles cuentan con un sistema de tratamiento SI NO NC
- D. Indicar lugar de evacuación de final de Riles **Alcantarillado Público**
 Agua superficial
 Infiltración en terreno
- E. Identificación del tipo de descarga del RIL Continua Discontinua Esporádica

6.2 Verificación del Funcionamiento de las Plantas de RILES

- | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| A. Sistema de tratamiento funcionando | SI <input type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> | NC <input type="checkbox"/> |
| B. Sistema de tratamiento genera olores y vectores sanitarios | SI <input type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> | NC <input type="checkbox"/> |
| C. A simple vista el efluente de salida de sistema de tratamiento contiene sólidos gruesos, color visible, turbiedad, espuma, turbulencia, etc. | SI <input type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> | NC <input type="checkbox"/> |
| D. Si respuestas positiva, indicar características | | | |
- _____
- _____

7. Residuos Sólidos Industriales (RIS)

- A. Residuos almacenados separadamente de los domésticos **SI** **NO** **NC**
- B. Recipientes de almacenamiento cerrados **SI** **NO** **NC**
- C. Etiquetas indica origen, cantidad y tipo de residuos **SI** **NO** **NC**
- D. Indicar cantidad aproximada de residuos almacenados: **3 500 kg/año**
- E. Indicar distancia promedio desde planta de producción a zona de apilación de residuos:
5 m
- F. Apilación de una altura máxima de 2 recipientes **SI** **NO** **NC**
- G. Recipientes ordenados, con etiqueta visible **SI** **NO** **NC**
- H. Almacenamiento en zona determinada **SI** **NO** **NC**
- Bajo techo. **SI** **NO** **NC**
- En radier. **SI** **NO** **NC**
- A granel o en tambores. **SI** **NO** **NC**
- Cubiertos. **SI** **NO** **NC**

I. Caracterización de los RIS.

Instalación	Si/No	Composición Del residuo	Cantidad generada (kg/hr)	Tipo de residuo (*)
Recuperado de arenas	Si	Arenas		Inertizado
Granallado				
Esmerilado	Si	Arena y Metal		No peligroso
Pintado de piezas.				
Hornos de tratamientos térmicos	Si	Escoria de refractario		No peligroso
Grupo electrógeno.				
Suministro de aire comprimido				
Otros				
Total				



(*) Inertizado, peligroso, no peligroso

J. Disposición de residuos

Origen del residuo	Cantidad residual generada (Kg/mes)	Cantidad generada por producto. (Kg. de residuo/ Kg. De producto)	Destino final del residuo (*)	Caracterización de peligrosidad (**)	Autorización de disposición del SESMA (Si / No)	Cumple con Res. N° 5081/93 (Si / No)
Escoria	66,1	15 – 25 %	Relleno			
Polvo filtro						
Lodo filtro						
Viruta	120		Reutilización			
Polvo lijado	3,75		Relleno			
Polvo de granallado	1,5		Relleno			
Arena moldeo	125		Relleno			
Jitios						
Otros						
Totales						

(*) Reutilización, reciclaje, venta o entrega a terceros (especificar), disposición final en vertedero, otros (almacenamiento)

(**) Corrosividad, inflamabilidad, reactividad y/o toxicidad por lixiviación. Considere listado Art. 19 Decreto 745.

3. Impactos a la Comunidad

A. Indicar impactos detectados a la comunidad

Ruido Olores Polvo

Otros : No existe un impacto a la comunidad en el exterior de la planta, el impacto es por el polvo, emisiones atmosféricas y altas temperaturas, dentro de la planta

Guías de Referencia para el Mantenimiento Apropriado del Horno de Inducción sin Núcleo

Estas prácticas guías de referencia podrán ayudarle a mantener una operación segura de su equipo de fusión y mejorar los niveles de eficiencia.

Escrito por: George Harris, Inductotherm Corp., Rancocas, New Jersey
Traducido por: Sarah Piña V., Inductotherm S.A. de C.V., Saltillo, México.

Diseñadas para hacer más eficiente la operación del equipo de mantenimiento y fusión por inducción además de maximizar la vida de servicio, metas valiosas del programa de mantenimiento en una fundición. La meta más importante sin embargo, es una operación segura del equipo y la protección para los trabajadores y visitantes. Un mantenimiento incorrecto, inapropiado o tardío contribuye grandemente en accidentes relacionados con equipos de inducción en fundiciones.

Este artículo le dará una guía de mantenimiento con algunas consideraciones para mantener una operación de equipo eficiente y segura. Procedimientos específicos de mantenimiento pueden ser desarrollados para aplicaciones particulares.

Estructura Básica del Horno

En un horno de inducción sin núcleo la bobina de cobre crea una capa de material refractario alrededor de toda la pared interior del horno. En funcionamiento, una poderosa corriente eléctrica a través de la bobina crea un campo magnético que penetra al refractario y finalmente funde el material de carga metálica dentro del horno. La bobina de cobre es mantenida libre de sobrecalentamiento por un flujo de enfriamiento circulando a través de ésta (Fig. 1).

El horno de inducción opera a una frecuencia mediana y alta frecuencia de hasta 10,000 ciclos y ofrece a las fundiciones la mayor flexibilidad en operación. Este puede arrancarse en cualquier momento y generalmente es vaciado completamente, simplificando cambios de aleaciones y permitiendo vaciar el horno cuando se desee.

Mantenimiento del Casco y la Bobina

En hornos de inducción, una atención programada sistemáticamente para realizar una inspección general, limpieza y ajustes, pueden prevenir fallas al equipo y pérdidas de tiempo productivo.

Una limpieza general alrededor del horno y el área de fusión es importante para mantener una segura y confiable operación del equipo de fusión. Checar la limpieza del área alrededor del horno diariamente. No permitir que escoria o pedazos de chatarra hagan contacto con los cables de potencia del horno, ya que la escoria caliente o material de carga pueden causar fallas en los cables de potencia.

Los yugos y los birlos de sujeción

deberán ser revisados mensualmente para asegurarse que estén lo suficientemente apretados.

Las bobinas (Fig. 2) deberán ser inspeccionadas mensualmente buscando signos de arqueamiento, sobrecalentamiento o decoloración en el aislamiento de la bobina e inspeccionando los soportes de madera y los bloques de las terminales para asegurar que no estén carbonizados y/o calcinados. Retire la escoria o rebabas de metal que tenga acumuladas dentro del casco del horno. El sobrecalentamiento de la bobina puede causar que se deteriore el aislamiento de la bobina y causar problemas de la bobina a tierra o entre espiras.

Inspeccione todas las conexiones de agua asegurando que no haya fugas y cheque la conductividad del agua para asegurar que cumpla con las

especificaciones del fabricante. Sin un enfriamiento continuo el horno de inducción no podría operar y cualquier evento que interfiera con el enfriamiento normal puede acelerar el daño al equipo o lesiones al personal. Por lo tanto, los hornos de inducción deberán tener un sistema de enfriamiento de respaldo, tal como una bomba alimentada por una batería, o un motor de combustión interna, o una conexión a la red pública que pueda ser conectada si la operación normal de la bomba falla. La operación apropiada del sistema de enfriamiento de respaldo deberá ser revisada regularmente para evitar posibles daños al equipo que podrían causar una explosión de metal/agua.

Inspecciones visuales diarias del sistema hidráulico por personal de mantenimiento pueden prevenir severas lesiones y daños al equipo e instalaciones. Con los hornos de inducción se deberán utilizar fluidos resistentes al



EN LA FUNDICIÓN

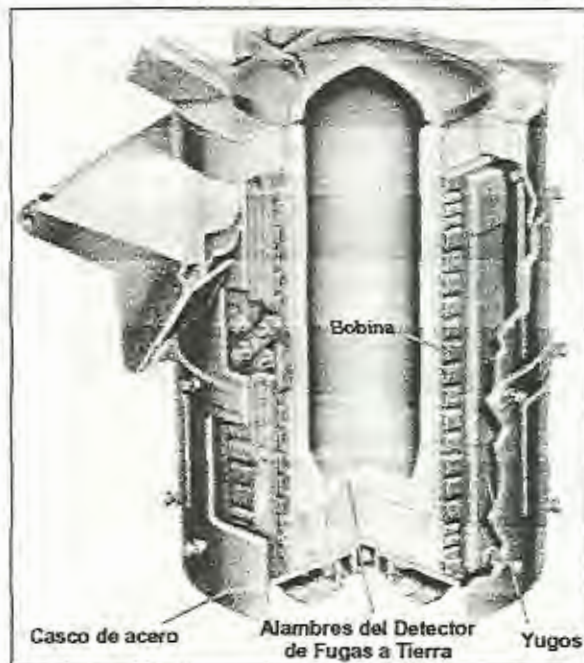


Fig. 1 Esta sección transversal muestra la estructura básica del horno de inducción sin núcleo—la poderosa corriente eléctrica que recibe la bobina de cobre crea un campo magnético, el cual atraviesa el revestimiento refractario para fundir el material de carga dentro del horno. El flujo de agua a través de la bobina previene a esta de un sobrecalentamiento.

riesgo para prevenir este riesgo. Cualquier fuga del sistema hidráulico deberá ser corregida y deberá ser limpiada. Existe un peligro inminente, cuando el calor, metal fundido o vapor de agua esta cerca del equipo hidráulico.

Revestimiento del Horno

Un revestimiento refractario bien instalado y mantenido (Fig. 3) es importante para una operación segura de cualquier horno. En hornos de inducción, estos son absolutamente críticos.

Los físicos que manejan la inducción eléctrica mandan que el revestimiento refractario en la bobina de inducción del baño de metal sea tan delgado como sea posible. Al mismo tiempo que sea lo suficiente grueso para proteger totalmente la bobina y prevenir la penetración de metal fundido, agentes químicos y choques mecánicos.

Asegurándose que el revestimiento del horno

quedará seguro dentro de los límites especificados por el fabricante. Se requiere un trato cuidadoso del revestimiento durante toda la operación del horno, tan pronto como un procedimiento comprensivo de monitoreo e inspección. En lugar de dudas una penetración de metal dentro del rango de los accidentes severos que pueden ocurrir durante las operaciones de fusión y mantenimiento.

Las penetraciones de metal ocurren cuando el metal fundido penetra a través del revestimiento del horno, y si los sistemas de revestimiento, eléctricos, hidráulicos y de control son dañados, existe el riesgo inminente de fuego o de una explosión metal/agua. El mantenimiento apropiado del horno es la clave para mantener la integridad del revestimiento y de esta manera prevenir las penetraciones de metales.

La integridad del revestimiento del horno debe ser atribuible a: una instalación inadecuada del refractario;

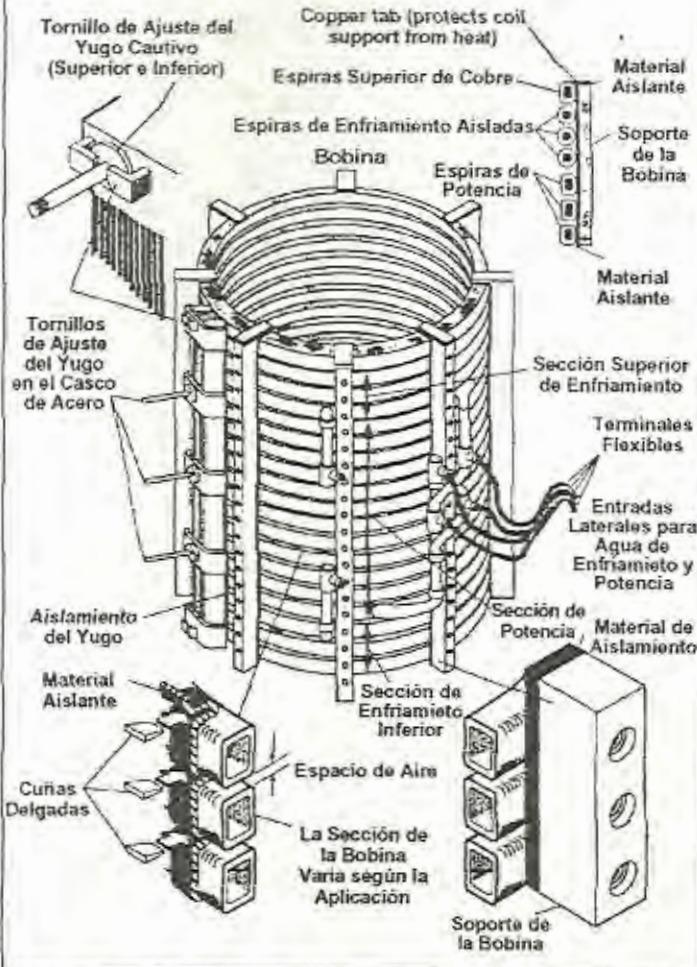


Fig.2 Las bobinas deberán inspeccionarse mensualmente buscando señales de arqueamiento, sobrecalentamiento o decoloración.

- falla en el monitoreo normal del desgaste del refractario y permitir que el refractario se adelgace demasiado;
- los repentinos o efectos acumulativos de temperaturas excesivas o choques térmicos,
- la escoria o adherencia de la misma en las paredes.

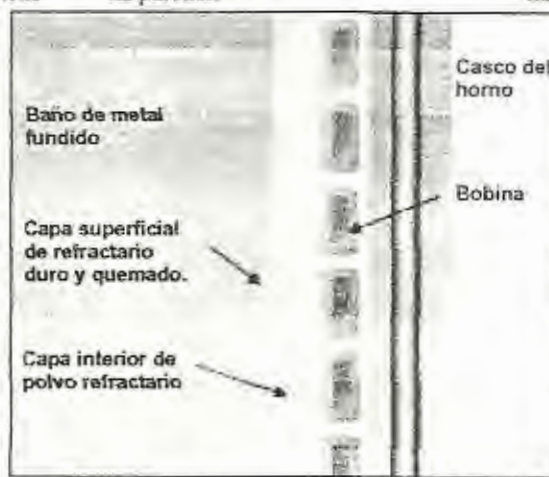


Fig. 3 Esta sección transversal muestra la función del revestimiento refractario en la fusión por inducción—para permitir una fusión eficiente de la carga mientras esta protegiendo totalmente a la bobina y previniendo de un derrame de metal no controlado.

Cualquiera de estas situaciones puede causar una penetración de metal. Por lo tanto la atención cuidadosa y el mantenimiento apropiado del revestimiento del horno son vitales para la seguridad durante el sostenimiento y la fusión.

Instalación correcta—

La instalación correcta del revestimiento es tan importante para una operación segura como la selección del material refractario. Si el refractario no es compactado adecuadamente durante la instalación, se puede formar un vacío o áreas de baja densidad, creando un punto débil fácilmente atacable por el metal fundido. Si el crisol es fabricado con una forma de apisonado y no está centrado correctamente, o una que haya sido de alguna forma dañada durante el almacenaje o transporte, el espesor del refractario no será uniforme. Como resultado, el revestimiento podría fallar antes del tiempo de servicio predado.

Es especialmente crítico,

que el procedimiento del proveedor de refractarios para el secado y sinterizado sea seguido al pie de la letra y nunca acelerado, si el tiempo de curado del refractario no es suficiente el revestimiento es más susceptible a ser atacado por el metal fundido y la escoria.

Monitoreando el desgaste normal del revestimiento—El revestimiento refractario y los crisoles están sujetos a un desgaste normal como resultado de la acción del descascaramiento por el metal sobre las superficies de las paredes. Esto es debido mayormente a la acción de agitación inductiva causada por el campo de inducción electro-magnético del horno (Fig. 4).

En teoría el desgaste del refractario debería ser uniforme, pero en la práctica el desgaste del refractario es irregular. El mayor desgaste del refractario ocurre en tres lugares—en la interfase del metal y la escoria, donde se juntan las paredes y el piso y las áreas más delgadas causadas por un pobre procedimiento de

instalación durante el sostenimiento.

El horno completo deberá ser inspeccionado visualmente siempre que sea vaciado. Se deberá de ponerse atención especial en las áreas de mayor desgaste descritas anteriormente. Las observaciones deberán ser registradas adecuadamente.

Aunque las inspecciones visuales sean útiles no siempre es posible llevarlas a cabo. Las inspecciones visuales ocasionales por sí mismas no pueden revelar todos los problemas potenciales de desgaste.

La presencia de un resaca de refractario de baja viscosidad puede pasar desapercibida durante la inspección visual. Estas inspecciones hacen que el programa de monitoreo de desgaste del revestimiento sea esencial.

Las mediciones directas del diámetro interior del horno proveen excelente información acerca de las condiciones del revestimiento. Lo más recomendado es que se deberá realizar una medición después de cada cambio de refractario. Las medidas subsiguientes podrán mostrar la velocidad precisa del desgaste del revestimiento o el deterioramiento del mismo por adherencia de escoria. La determinación de la velocidad a la cual el material refractario se erosiona hace posible programar el cambio del revestimiento antes de que el material refractario se desgaste peligrosamente.

En situaciones donde las inspecciones visuales de los hornos sin núcleo sean imposibles (por ejemplo cuando son usados como hornos de sostenimiento o siempre están llenos), los operadores deberán permanecer alertas a las evidentes señales de alarma que son señales para el desgaste del revestimiento; obtener la máxima potencia a un voltaje aplicado más bajo de lo normal;

usar una fuente de potencia de frecuencia fija, un incremento en el número de capacitores que deberán conectarse al circuito para mantener el factor de potencia unitario;

en la unidad de potencia de frecuencia variable, operando a una frecuencia más alta de lo normal.

Razonamientos útiles pueden ser cambios en las características eléctricas que nunca deberán ser utilizadas como sustituto para las mediciones físicas del refractario mismo. A pesar de todo el sistema usado para monitorear el



Fig. 4 La agitación inductiva del baño de metal es la causa principal "normal" de desgaste del revestimiento, el cual es más frecuentemente visto en la interfase del metal/escoria, donde las paredes se juntan con el piso y en los puntos delgados causados por un pobre procedimiento de instalación.

desgaste del revestimiento, este es esencial para desarrollar y contar con un procedimiento estándar. Datos exactos registrados e impresos auxilian y aseguran la máxima utilización del horno entre cambios de revestimientos, minimizando el riesgo de estar usando peligrosamente un horno con un revestimiento delgado.

Choques físicos y tensiones mecánicas—Los repentinos o acumulativos efectos de choques físicos o tensiones mecánicas también pueden conducir a las fallas del revestimiento.

La mayoría de refractarios tienden a ser relativamente quebradizos y frágiles en tensión. Cuando material de carga muy denso es cargado en un horno vacío este puede fácilmente estrellar el refractario por el impacto. Si tal fractura no es vista el metal fundido puede penetrar, ocasionando un derrame de metal no controlado con la posibilidad de una explosión metal/agua. Una opción son sistemas de carga a control remoto automatizados, que son diseñados para colocar el material de la carga dentro del horno sin dañar su refractario.

La tensión mecánica causada por la diferente velocidad de expansión térmica de la carga y el material refractario se pueden evitar asegurándose que el metal no se atore dentro del horno. Excepto cuando se haga por razones de seguridad (como por ejemplo cuando se trabaje con un puenteo de la carga), nunca deberá permitirse que la fusión se solidifique en el horno. En el caso de una falla de energía prolongada, una falla en el sistema de enfriamiento, otra falla prolongada del horno, el horno deberá

ser vaciado completamente.

Temperatura excesiva/choque térmico—El refractario deberá ser utilizado solamente en aplicaciones que correspondan a los rangos de temperatura especificados para el producto. Las condiciones actuales de calentamiento y enfriamiento del revestimiento del horno deberán estar dentro del rango especificado, de lo contrario el choque térmico puede dañar la integridad del revestimiento. Las grietas o descascaramiento pueden ser señales prematuras de un choque térmico excesivo y la posibilidad de un derrame de metal.

La mejor manera de evitar el sobrecalentamiento es monitorear el baño y tomar lecturas de

temperatura cuando la carga está líquida. Las temperaturas excediendo el rango de operación del refractario pueden suavizar su superficie y causar una erosión rápida, conduciendo a una falla catastrófica. Las velocidades de altas temperaturas de los hornos sin núcleo de media frecuencia ocasionan un rápido sobrecalentamiento. Contadores de kilowatt hora sistemas medidores de tiempo y sistemas de control computarizado pueden ayudar a prevenir un sobrecalentamiento accidental.

Cuando se este trabajando con un horno de sostenimiento frío asegúrese que sea precalentado apropiadamente de acuerdo a las especificaciones del fabricante de refractarios antes de llenarlo con metal fundido. En el caso de fusión de material de carga fría reduciendo la velocidad de la fusión inicial hasta que la carga comience a fundirse, minimizando el riesgo de choque térmico de un horno frío. El calentamiento gradual de la carga permite sellar las grietas del refractario antes de que puedan ser penetradas por el metal fundido. También deberán de seguirse las recomendaciones del proveedor de refractarios en las prácticas de enfriamiento del horno después de una campaña de fusión.

Manejo de la escoria—La escoria (la cual se forma cuando el hierro de carga está sucio, oxidado y con arena erosiona el refractario el cual se separa del metal y sube a la parte superior del baño) es un producto inevitable en la fusión de metal. Reacciones químicas entre el metal y la escoria incrementan la velocidad a la cual el refractario se erosiona.

La escoria es un material altamente

abrasivo, que erosiona el refractario cerca de la línea del nivel de metal fundido. En circunstancias extremas, esta erosión puede exponer a la bobina de inducción creando el riesgo de una explosión de metal fundido/agua. Los revestimientos refractarios en estas condiciones deberán ser retirados de servicio inmediatamente.

Detector de Fuga a Tierra

El sistema del detector de fuga a tierra es crucial en la seguridad durante la fusión y el sostenimiento. El sistema el cual incluye un circuito detector de tierra asociado con la unidad de potencia y unos alambres de prueba (araña) del detector de fuga a tierra localizados en el horno, suministran una protección importante contra una descarga eléctrica y advierten de la penetración de metal hacia la bobina (Fig. 5), una condición extremadamente peligrosa que podría conducir a una erupción o explosión del horno.

La clave a esta protección en hornos con revestimientos apisonables o crisoles conductivos, son los alambres de prueba (araña) del detector de fuga a tierra instalados en el piso del horno como se muestra en la Fig. 1). Los alambres de prueba (araña) está compuesta de una tierra eléctrica conectada a varios alambres que se extienden a través del refractario y hacen contacto con el baño de metal o un crisol conductivo. El sistema sirve



Fig. 5 Una situación extremadamente peligrosa que puede ocurrir, si cuñas de metal fundido penetran el refractario y hacen contacto con la bobina. Los sistemas de detección que tienen detectores de fuga a tierra en el fondo del horno (como el mostrado en la Fig. 1) podrán aterrizar eléctricamente al baño de metal fundido.

para aterrizar eléctricamente a tierra el baño de metal.

En algunos hornos pequeños con crisoles no conductivos y no removibles los alambres de prueba (araña) del detector de fuga a tierra toma la forma de una jaula de alambre, localizada entre el crisol y la bobina. Esta jaula de alambre sirve para aterrizar el baño si este penetra a través del crisol.

Las dos configuraciones de alambre de prueba (araña) dan protección en caso de descargas eléctricas a los trabajadores en el área de fusión al asumir que no existe voltaje potencial en el metal fundido. Si el metal fundido tocara la bobina, el alambre de prueba (araña) del detector de fuga a tierra conduce la corriente de la bobina a tierra. Un módulo detector de tierra detecta el acontecimiento y desconecta la potencia

para detener cualquier arqueamiento de la bobina. Esto también previene que un alto voltaje sea conducido por el metal fundido o la carga del horno. De otra forma un alto voltaje podría causar choques eléctricos serios o fatales si el operador estuviera en contacto conductivo con el baño.

El circuito electrónico del circuito detector de fuga a tierra monitorea continuamente la integridad eléctrica del sistema. Este circuito apaga al horno si cualquier tierra inapropiada o penetración de metal es detectada en el sistema de inducción. Esto

es crucial para la seguridad del horno. Si el revestimiento refractario del horno o el crisol se fractura u ocurre cualquier otra falla y una porción del baño de metal líquido tocara la bobina energizada del horno, la bobina podría arquearse y romperse. Esto podría permitir que entrara agua al baño de metal líquido, causando una erupción o explosión de metal fundido.

Para mantener los alambres de prueba (araña) del detector de fuga a tierra trabajando apropiadamente en un horno con refractario apisonable, se deberá tener cuidado al instalar el revestimiento para asegurarse que los alambres de prueba (araña) del detector de fuga a tierra estén en contacto con la forma del revestimiento. También cuando se repare el revestimiento

Lista de Chequeo de Seguridad en el Mantenimiento

A continuación un ejemplo de la lista de chequeo de seguridad en el mantenimiento. Esto no cubre cada situación, más podría usarse como un punto de referencia en la preparación de la misma para su sistema de inducción. Los procedimientos específicos de mantenimiento deben basarse en las recomendaciones de mantenimiento específico de su equipo y proveedores de refractario.

ADVERTENCIA: No realizar ningún mantenimiento con el sistema energizado. Mantenga apagado el circuito breaker y los interruptores del gabinete. Coloque un candado y asegure la entrada de potencia. (Interruptor de circuito) en la posición "off" para prevenir accidentalmente la aplicación de energía en el sistema. Asegúrese que los capacitores estén descargados y el interruptor de circuito en la posición "off".

Siempre use dos métodos independientes para asegurar que un horno basculado no vaya a caer cuando se esté trabajando en él o cerca de él. Un tirante estructural (puntal) de capacidad adecuada para sostener la caída de un horno si falla la presión hidráulica deberá usarse cuando trabaje con un horno basculado.

REVISIÓN DIARIA DE MANTENIMIENTO:

Revisar y corregir cualquier fuga de agua del horno y el sistema de enfriamiento de la unidad de potencia.

Verifique y asegúrese que el sistema de enfriamiento primario y de emergencia de los hornos estén operando correctamente.

Revise si hay señales de condensación (limpie con una franela sin pelusa).

Verifique las conexiones y la limpieza en general de las conexiones del sistema hidráulico.

Revise la limpieza alrededor del horno - No permita que la escoria o el agua toque los cables de potencia y terminales del horno. La escoria caliente o material de carga pueden causar daños a los cables de potencia.

Verifique la operación del detector de fugas a tierra. asegúrese que el baño de metal esté aterrizado. El no asegurarse que los alambres de prueba (araña) del detector de fuga a tierra provean un contacto sólido a tierra, esto podría resultar en la pérdida importante de protección para el operador y el horno. Verifique el detector de fuga a tierra de la unidad de potencia.

Verifique el refractario del horno que no tenga daños mecánicos o térmicos y repare o reemplace según las especificaciones del proveedor del refractario. (Verifique cada vez que el horno es vaciado).

Verifique que el refractario del horno no esté erosionado en exceso en las áreas de alto desgaste

de un horno, es esencial que los alambres del detector de fuga a tierra permanezcan expuestos permitiendo el contacto con la carga del horno.

Para probar la integridad del sistema se requiere que el operador tome mediciones usando un instrumento especial que verifique que el baño de metal fundido esté aterrizado. En los hornos con revestimiento razonable y hornos con crisoles conductivos es importante que se verifiquen frecuentemente los alambres de prueba (araña) del detector de fuga a tierra. Esos alambres localizados en el fondo del horno pueden fácilmente ser dañados durante la reparación, abiertos con escoria, quemados

o dañados de alguna otra forma. El no asegurarse que los alambres de prueba (araña) del detector de fuga a tierra provean un contacto sólido a tierra podría resultar en la pérdida de protección para el operador y el horno provista por el sistema del detector de fugas a tierra.

El circuito detector de tierra del sistema de fusión también deberá revisarse por lo menos una vez al día. Normalmente en un sistema esto puede ser realizado rápidamente simulando brevemente una falla a tierra.

Debido a las funciones de seguridad cruciales de los sistemas de detección de fuga a tierra que tienen los hornos



Fig. 6 La fosa de emergencia (derrames no controlados) localizada debajo y enfrente del horno de inducción deberá estar del tamaño correcto, limpia y seca de escombros, para tener la confianza de poder vaciar la fusión completa en el evento de una emergencia.

sin núcleo de sostenimiento y fusión por inducción no deberá operarse sin un sistema de detección de fuga a tierra completamente funcional. (Hornos con crisol removible o ciertos sistemas de fusión al vacío pueden ser operados con seguridad sin el sistema del detector de fuga a tierra).

Mantenimiento de la Fosa de Emergencia

Las condiciones de la fosa de emergencia deberán ser revisadas al inicio de cada turno. No deberá operarse el horno de inducción, sin una fosa de emergencia que no esta

seca y debidamente mantenida (fig. 6). Localizada debajo y enfrente del horno, estas fosas contienen con seguridad cualquier derrame de metal fundido del horno como resultado de un accidente, derrame sin control, o vaciado de emergencia del horno.

Si una fosa apropiada los derrames de metal fundido, podrían fluir a través del piso de la fundición, poniendo en peligro a los trabajadores y dañando los hornos y las estructuras de otros equipos. Este flujo libre de metal derramado, también puede producir fuegos y explosiones desastrosas.

Las fosas de emergencia deberán de mantenerse libres de escombros y materiales inflamables. La cubierta de la fosa deberá mantenerse libre de escoria y otros materiales que podrían bloquear o interferir el paso del metal fundido. Cualquier derrame menor de metal deberá ser retirado regularmente de la fosa para asegurarse que la capacidad de la fosa se mantenga. Si su fosa de emergencia es de tamaño correcto, limpia y seca de escombros entonces usted puede operar su horno con la confianza de saber que si ocurre una emergencia, puede vaciar con seguridad cualquier metal fundido dentro de la fosa de emergencia. ▼

tales como la interfase de escoria-metal y donde se juntan las paredes y el piso. También verifique por acumulamiento excesivo de escoria o desperdicio. Repare o reemplace según especificaciones del fabricante del refractario. (Verifique cada vez que el horno es vaciado).

Verifique la fosa de emergencia que esté limpia de escombro, materiales inflamables y humedad. No opere el horno con la fosa de emergencia húmeda.

REVISIÓN MENSUAL DE MANTENIMIENTO

Después de haber retirado las cubiertas de los paneles de inspección del horno:

- Retire las rebabas de metal o escoria que se hayan acumulado dentro del casco o la caja.
- Revise que la bobina no presente señales de sobrecalentamiento o decoloración. El sobrecalentamiento de la bobina puede causar que se deteriore el aislamiento de la bobina y ocasione problemas entre la bobina a tierra o entre espiras.
- Revise todas las conexiones de agua para que no existan fugas. Las fugas de agua en la bobina del horno pueden causar altas lecturas a tierra y posibles daños a la bobina.
- Revise todas las mangueras, cables de potencia y terminales que no tengan falsos contactos.

Reapriete o repare si es necesario.

Limpie todos los cilindros hidráulicos, revise y reapriete las conexiones que estén flojas.

Después de haber colocado las cubiertas en los paneles de inspección del horno:

- Revise todos los filtros del hidráulico y del agua. Retire o reemplace si es necesario.
- Revise que el revestimiento del horno que no presente señales de deterioro, grietas o penetración de metal. Repare o reemplace según las especificaciones del fabricante de refractario.
- Inspeccione que los cables de potencia del horno no presenten fracturas o fugas. Limpie, repare o reemplace los cables de potencia del horno que muestren señales excesivas de oxidación, distorsión, grietas y fugas.
- Retire y reemplace las mangueras que tengan fugas o muestren señales de fatiga.
- Antes de poner en operación la unidad, asegúrese que todos los materiales de limpieza y solventes inflamables hayan sido retirados.
- Reapriete los yugos y los birlos de sujeción según especificaciones del fabricante de hornos.

MANTENIMIENTO EN HORNOS

Se realizan tres actividades de mantenimiento básicas, mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.

Preventivo.

El mantenimiento preventivo consiste una serie de labores periódicas que buscan la correcta operación del sistema en cada uno de sus componentes mediante un control para prevenir fallos inesperados.

Dependiendo del tipo de horno y la fuente de calentamiento, dentro del mantenimiento preventivo diario se debe realizar:

- Realizar chequeo de arranque.
- Chequear las variables de proceso, temperatura, presión, etc.
- Mantener la cámara libre de materiales indeseados, si es de fundición, libre de escoria.
- Inspeccionar que las líneas de agua de enfriamiento no presentes fugas.
- Inspeccionar líneas de suministro de combustibles líquidos.
- Inspeccionar las conexiones hidráulicas (solo usar fluidos no inflamables en el sistema).
- Chequear si funciona la conexión a tierra.
- Asegurar que el sistema de enfriamiento de emergencia en el hornos se encuentre en buenas condiciones de operación.
- Inspeccionar sistemas de alarma.

En el mantenimiento preventivo mensual se debe realizar:

- Ajustar las terminales eléctricas de los contactores y controles.
- Remover los platos de la cubierta e inspeccionar los serpentines y las conexiones.
- Remover la cubierta e inspeccionar serpentines de enfriamiento y conexiones.
- Examinar los elementos internos expuestos al calentamiento (serpentines, resistencias, etc.).
- Chequear los sistemas mecánicos como ventiladores, rodamientos, correas, etc.
- Chequear los filtros de agua fría e hidráulicos.
- Chequear paso de aire caliente al exterior del horno.
- Usar dos métodos independientes para soportar el horno cuando se suspenda para inspección, en el caso de una caída inesperada del mismo debido a la pérdida de presión hidráulica.
- Revisar el estado de los aislamientos.

- Dentro del mantenimiento preventivo semestral se debe:
- Calibrar elementos de medición.
- Revisar sensores.
- Realizar una análisis de la combustión.
- En el mantenimiento preventivo anual se debe:
- Desmontar el sistema y realizar mantenimiento completo, reemplazando piezas desgastadas.
- Chequear la condición interna y externa de aislamientos térmicos.
- Desmontar el sistema del quemador para limpiar boquillas y ajustar atomización.

Predictivo

El mantenimiento predictivo consiste en interpretar las variables principales de cada elemento que compone el sistema de aire comprimido, y predecir su vida útil en correcta operación.

Dentro del mantenimiento predictivo se debe realizar:

- Análisis vibratorio, resonancia.
- Controles no destructivos (líquidos penetrantes, magnetismo).
- Análisis metalúrgico.
- Controles geométricos.
- Análisis energéticos.

FALLAS FRECUENTES

En general las fallas más frecuentes en hornos se presentan en:

- Sistemas de ventilación.
- Quemadores.
- Aislamientos.
- Sistemas de enfriamiento (hornos de fundición).

A manera de ejemplo, en hornos rotatorios la falla más frecuente se relaciona con el desbalanceo del sistema de rotación.

Uno de los principales parámetros a controlar en un horno rotatorio es mantenerlo alineado para minimizar las pérdidas de refractario debido a estrés mecánico. La alineación de un horno significa posicionar los patines de los soportes de tal forma que la flexibilidad de coraza del horno se minimiza y los soportes comparten la carga proporcionalmente.

En los hornos túnel es indispensable mantener el horno siempre caliente para que los refractarios no se fracturen. Los refractarios al calentarse se expanden y al enfriarse se comprimen, al encender un horno túnel todos los refractaron



se encuentran expandidos por el calor si no se mantiene cierta temperatura aún con el horno sin material para cocer, los refractarios se comprimen y al calentarlo de nuevo se expanden fracturándose.

12. BIBLIOGRAFÍA

- MINISTERIO DE SALUD , SERVICIO DE SALUD, VALPARAISO – SAN ANTONIO, LISTA DE CHEQUEO: INDUSTRIAS DE FUNDICIÓN, www.ssvsa.ci
- Lawrence E. Doyle, Carl A. Keyse, Jamesl. Leach, George F. Schrade, Morse B. Singer, PROCESOS Y MATERIALES DE MANUFACTURA PARA INGENIEROS. E.E.U.U. , Prentice-Hall, 1998.
- G. W. Birdsall , Casting Aluminum , E.E.U.U. , Reynolds Metals Company, 1965
- B.LINCHEVSKI, A. SOBOLEVSKI, A. KALMENEV, METALURGIA DE METALES NO FERROSOS, URSS , Mir, 1983
- BIEDERMANN, L. M. HASSEKIEFF, Tratado Moderno de Fundición del Hierro y del Acero, Argentina, Jose Monteso, 1957
- LEWIS H. BELL, DOUGALS H. BELL, Industrial Noise Control, E.E.U.U. , marcel Dekker, Inc, 1995
- FRANK P. INCROPERA, DAVID P. DEWITT, Fundamentos de Transferencia de Calor , E.E.U.U. , Prentice-Hall, 1996.
- Texto Unificado de la LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA Ecuador, Corporación de Estudios y Publicaciones, Actualizada a Diciembre de 2002.
- Waste Minimization Opportunity Assesment Manual, EPA, EE.UU. , 1998
- Corporación OIKOS, Manual General de Producción más Limpia para Pequeñas y Microempresas,

