

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

### **DISEÑO Y REMEDIACIÓN DE UN TALLER DE FUNDICION TIPO, BAJO NORMAS AMBIENTALES DEL RUBRO DE FUNDICIONES EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO**

**FRANKLIN SANTIAGO MARTÍNEZ CHUQUIMARCA**

**san\_ti69@hotmail.com**

**DANIEL ENRIQUE CASALIGLIA GORDÓN**

**danielepn2009@hotmail.com**

**DIRECTOR: Dr. VÍCTOR MANUEL CÁRDENAS**

**victor.cardenas@epn.edu.ec**

**Quito, Febrero 2015**

## **DECLARACIÓN**

Nosotros, Franklin Santiago Martínez Chuquimarca y Daniel Enrique Casaliglia Gordón, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Franklin Santiago Martínez  
Chuquimarca**

---

**Daniel Enrique Casaliglia  
Gordón**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por FRANKLIN SANTIAGO MARTINEZ CHUQUIMARCA y DANIEL ENRIQUE CASALIGLIA GORDÓN bajo mi supervisión.

---

**Dr. Víctor Cárdenas**

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## AGRADECIMIENTO

Expreso mis más profundos agradecimientos a mi Dios que me ha dado la paciencia sabiduría y fuerza para poder acabar con mis estudios universitarios y poder realizar este proyecto. Agradezco también al Dr. Víctor Cárdenas por habernos guiado y no permitir que nos desviemos del ámbito y objetivos de este proyecto, al Dr. Miguel Landivar por aconsejarnos y guiarnos también con la realización de este proyecto y a las siguientes personas que hicieron realidad la investigación necesaria para la realización de este proyecto, lo cual fue parte fundamental para la realización del mismo:

- Rosa Troya
- Jorge Correa
- Carlos Robles
- Enrique Mendoza
- Jaime Robles
- Jorge Minda
- Byron Ramírez
- Edison Narváez
- Gabriel Orozco

Franklin Martínez.



## DEDICATORIA

Quiero dedicar todo el trabajo y esfuerzo que este escrito representa al Señor todopoderoso, a mi padre Wilfrido Martínez quien me ha hecho una persona de bien, fuerte y resistente ante cualquier adversidad y me ha apoyado tanto económica como psicológicamente durante toda mi vida. Agradezco a mi madre Alexandra Chuquimarca por comprenderme, apoyarme y darme buenos consejos. Al resto de mi familia, mis hermanos Dennis, Alex, Axel, Fernanda y Paola Martínez y a mi sobrinito Geovanny Peralta porque son ellos también los que me impulsan a cumplir con todas las metas que me trazo.

Dedico este trabajo también a una persona especial que llevo a mi vida y me hace ver la realidad de las cosas y me da todo su apoyo incondicional cuando lo necesito gracias Johanna Rivera

Una dedicatoria va también para mis amigos de la universidad por haber hecho de la universidad una vida más llevadera y poco aburrida lo cual también impulso a no renunciar a mis estudios.

Franklin Martínez.

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias a Dios que es el motor de vida, por tener una hermosa familia y por los amigos que me rodean, que han creído en mí y me han dado la motivación necesaria para seguir adelante en este proyecto muy importante en mi vida profesional.

Agradezco a Franklin Martínez por ser una persona que me ha exigido, presionado a seguir en esta meta y por ser un buen compañero de trabajo.

Además a los Ingenieros de la Facultad de Ingeniería Mecánica que por sus enseñanzas y conocimientos han hecho posible este objetivo.

Y al Dr. Víctor Cárdenas que ha sido un guía y apoyo condicional para la realización de este proyecto.

DANIEL CASALIGLIA

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a Marcia Gordon, Manuel Casaliglia, Cristina Casaliglia y Ana Casaliglia y al resto de mi familia por darme consejos, amor y por tener muchas influencias en la toma de decisiones.

A mis amigos que por estar en los momentos difíciles me han dado la fuerza necesaria para seguir adelante y no decaer.

Y para aquellas personas que han marcado en mi vida como son Fabricio, Alejandra, Karla, Karito, Inti por su fortaleza, humildad y sobre todo por su cariño.

DANIEL CASALIGLIA

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

DECLARACIÓN .....	ii
CERTIFICACIÓN .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
ÍNDICE DEL CONTENIDO .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvi
CAPÍTULO 1 .....	1
GENERALIDADES .....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 OBJETIVOS .....	2
1.2.1 OBJETIVO GENERAL .....	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1.3 AFECTACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL AL MEDIO AMBIENTE .....	2
1.3.1 AFECTACIÓN DE LA FUNDICIÓN DE METALES AL MEDIO AMBIENTE ...	3
1.3.2 ESTUDIOS AMBIENTALES PARA FUNDICIÓN DE METALES EN EL ECUADOR.....	4
CAPÍTULO 2 .....	16
MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 INTRODUCCIÓN.....	16
2.2 CONTAMINACIÓN PRODUCIDA POR EL PROCESO DE FUNDICIÓN .....	17
2.2.1 EMISIONES A LA ATMÓSFERA .....	18
2.2.2 RESIDUOS SÓLIDOS.....	21
2.2.3 RESIDUOS LÍQUIDOS.....	23
2.2.4 MOLESTIAS .....	24

2.3 PASOS PROCESOS DE FUNDICION .....	24
2.3.1 TRATAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS .....	24
2.3.2 CONFECCIÓN DE MODELOS Y CAJAS DE NOYOS.....	28
2.3.3 ELABORACIÓN DE MOLDES Y NOYOS .....	29
2.3.4 CARGA AL HORNO .....	33
2.3.5 FUSIÓN DE METALES .....	34
2.3.6 COLADO.....	38
2.3.7 LIMPIEZA.....	39
2.3.8 MAQUINADO .....	41
2.3.9 CONTROL DE CALIDAD .....	42
2.4 MÉTODOS FINAL DEL TUBO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN	43
2.4.1 GASES Y MATERIAL PARTICULADO.....	43
2.4.2 TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS .....	51
2.4.3 ELIMINACIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	52
CAPÍTULO 3 .....	53
ESTUDIO DE NORMAS AMBIENTALES APLICABLES AL SECTOR DE FUNDICION DE METALES DEL DMQ .....	53
3.2 ORDENANZA METROPOLITANA DEL DMQ NO.404.....	53
3.2.1 NORMAS DE CALIDAD AMBIENTAL .....	56
3.2.2 GUÍA DE PRÁCTICAS AMBIENTALES .....	57
3.3 TULAS.....	57
3.3.1 NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN.....	57
3.3.2 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS .....	63
3.3.3 LIMITES PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTE PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES, Y PARA VIBRACIONES .....	65
3.3.4 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES RECURSO AGUA .....	66
3.4 NORMAS TÉCNICAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO .....	67
3.4.1 NORMA TÉCNICA DE DESECHOS PELIGROSOS Y ESPECIALES .....	67
3.4.2 NORMA TÉCNICA PARA EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE FUENTES FIJAS .....	69

3.5 NORMA NTE INEN 2266 .....	72
3.5.1 ETIQUETADO Y CARTELES DE RIESGO .....	72
3.6 NORMA ISO 14001 .....	73
3.6.1 SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL .....	75
3.6.2 DEFINICIONES .....	75
3.7 NORMA INEN 663 CHATARRA DE FUNDICIÓN.....	78
3.7.1 CLASIFICACIÓN .....	79
3.8 ORDENANZA DE ZONIFICACIÓN N 331 DEL CONCEJO METROPOLITANO DE QUITO.....	79
3.8.1 USO INDUSTRIAL.....	79
3.8.2 INDUSTRIAL DE ALTO IMPACTO AMBIENTAL Y URBANO: .....	80
3.8.3 PARQUES INDUSTRIALES.....	80
3.8.4 REQUISITOS: .....	80
3.9 NORMA NTE INEN 439 .....	81
3.9.1 COLORES, SEÑALES Y SÍMBOLOS DE SEGURIDAD.....	81
3.10 NORMA INEN 802.....	82
3.10.1 EXTINTORES PORTATILES SELECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EN EDIFICACIONES .....	82
CAPÍTULO 4 .....	84
DIAGNÓSTICO SITUACIONAL A LAS FUNDIDORAS ARTESANALES DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.....	84
4.1 INTRODUCCIÓN.....	84
4.2 INFORME DE LAS VISITAS A CADA FUNDIDORA.....	85
4.2.1 EMPRESA 1 .....	85
4.2.2 EMPRESA 2 .....	92
4.2.3 EMPRESA 3 .....	100
4.2.4 EMPRESA 4 .....	107
4.2.5 EMPRESA 5 .....	114
4.2.6 EMPRESA 6 .....	120
4.2.7 EMPRESA 7 .....	126
4.2.8 EMPRESA 8.....	133
4.3 ANÁLISIS GENERAL DEL SECTOR DE FUNDICIÓN DE QUITO .....	138
4.3.1 DEBILIDADES .....	139

4.3.2 FORTALEZAS .....	141
CAPÍTULO 5 .....	142
DISEÑO DEL TALLER DE FUNDICION ARTESANAL TIPO.....	142
5.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	142
5.2 DETALLE DE ELEMENTOS POR CADA ÁREA .....	146
5.3 TALLER TIPO BÁSICO.....	149
5.3.1 IMPLANTACION DE METODOS DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y OPTIMIZACION DE PROCESOS POR ÁREA .....	149
5.3.2 SELECCIÓN DE SOLUCIONES FINAL DEL TUBO .....	158
5.3.2.4 CONTROL DE RUIDO .....	167
5.3.3 SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL .....	167
5.3.4 SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA).....	168
5.3.5 ANIMACION Y PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DEL TALLER TIPO BÁSICO DISEÑADO.....	169
5.4 TALLER TIPO IDEAL .....	169
CAPÍTULO 6 .....	172
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	172
6.1 CONCLUSIONES .....	172
6.2 RECOMENDACIONES .....	175
BIBLIOGRAFÍA .....	177
ANEXOS.....	179

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Afectación industrial sobre medio ambiente .....	3
Figura 1.2: Representación gráfica del impacto ambiental del proceso de Al .....	5
Figura 1.3: Representación gráfica del impacto ambiental del proceso de Cu .....	7
Figura 1.4: Representación gráfica del impacto ambiental del proceso de Latón. ....	9
Figura 1.5: Representación gráfica del impacto ambiental del proceso del bronce .....	10
Figura 1.6: Representación gráfica del impacto ambiental del proceso de fundición de plomo .....	12
Figura 1.7: Representación gráfica del impacto ambiental de la industria siderúrgica. ....	14
Figura 2.1: Esquema simple del proceso de fundición .....	16
Figura 2.2: Emisión por chimenea.....	18
Figura 2.3: Emisiones fugitivas .....	19
Figura 2.4: Análisis de chatarras fuente: Metal Recycling, INC.....	25
Figura 2.5: Chatarra (izq.) y lingotes (der.) de Al .....	25
Figura 2.6: Almacenamiento de materia prima en trozos o polvo.....	27
Figura 2.7: Carretilla elevadora eléctrica pequeña .....	28
Figura 2.8: Esquema de prensado superior (izq.), inferior (der.) .....	31
Figura 2.9: Máquina de proyección .....	32
Figura 2.10: Máquina de moldeo por sacudidas.....	32
Figura 2.11: Zonas del horno cubilote típico .....	35
Figura 2.12: Esquema del horno cubilote típico.....	35
Figura 2.13: Hornos de inducción.....	37
Figura 2.14: Hornos de crisol .....	37
Figura 2.15: Cuchara de vaciado por el borde.....	38
Figura 2.16: Cuchara tipo tetera .....	38
Figura 2.17: Cuchara de tapón.....	39
Figura 2.18: Piezas antes (izq., centro) y después (der.) del granallado con arena .....	39
Figura 2.19: Pieza con bebederos .....	40
Figura 2.20: Rebabas (izq.) y amolado (der.).....	42



Figura 2.21: Sistema de tratamiento de gases por absorción .....	44
Figura 2.22: Sistema de tratamiento de gases por adsorción .....	46
Figura 2.23: Ciclón .....	48
Figura 3.1: Número de puntos de medición de emisiones al aire desde fuentes fijas .....	59
Figura 3.2: Modelo de sistema de gestión ambiental para esta norma .....	74
Figura 4.1: División de fundidoras por sus actividades .....	84
Figura 4.2: Área de almacenamiento .....	86
Figura 4.3: Bodega.....	86
Figura 4.4: Área de maquinado .....	87
Figura 4.5: Área de limpieza .....	87
Figura 4.6: Horno cubilote .....	88
Figura 4.7: Horno a nivel del suelo.....	88
Figura 4.8: Horno de crisol fijo .....	89
Figura 4.9: Maquina de mezclado de arena.....	89
Figura 4.10: Área de moldeo .....	93
Figura 4.11: Acopio de chatarra N° 1 .....	94
Figura 4.12: Acopio de chatarra N° 2 .....	94
Figura 4.13: Pasillo hacia área de moldeo.....	95
Figura 4.14: Acopio de coque N°1 (izq.) y N°2(der.) .....	95
Figura 4.15: Horno.....	95
Figura 4.16: Área de terminados .....	96
Figura 4.17: Evidencia de MP en área de terminados.....	96
Figura 4.18: Área de torno .....	97
Figura 4.19: Área de moldeo .....	101
Figura 4.20: Mezcladora de arena.....	101
Figura 4.21: Cajas de moldes .....	102
Figura 4.22 Área de horno (cubilote).....	103
Figura 4.23: horno para fundir no ferrosos .....	103
Figura 4.24: Sacos de arena y ladrillo refractario .....	104
Figura 4.25: Primer extremo del área de terminados .....	104
Figura 4.26: Segundo extremo de Área de terminados.....	105

Figura 4.27: Bodega.....	105
Figura 4.28: Área de moldeo .....	108
Figura 4.29: Horno para fundir Al.....	108
Figura 4.30: Horno de crisol para fundir bronce .....	109
Figura 4.31: Chimeneas (izq.) sección de hornos (der.) .....	109
Figura 4.32: Bodega 1 .....	110
Figura 4.33: Bodega de chatarra.....	110
Figura 4.34: Chatarra de bronce .....	111
Figura 4.35: Maquinados.....	111
Figura 4.36: Torno .....	112
Figura 4.37: Área de moldeo .....	115
Figura 4.38: Mezcladora de arena (izq.) Tamizadora (der.).....	115
Figura 4.39: Chatarra .....	116
Figura 4.40: Área de almacenamiento de coque.....	115
Figura 4.41: Área de escorias .....	117
Figura 4.42: Horno.....	118
Figura 4.43: maquinado de fundidora anterior (der.) área de maquinado cerca del área de moldeo (izq.).....	118
Figura 4.44: Área de moldeo .....	121
Figura 4.45: Área de hornos .....	121
Figura 4.46: Efectos de los gases en el área de hornos.....	121
Figura 4.47: Área de maquinado .....	122
Figura 4.48: MP en área de maquinado .....	123
Figura 4.49: Desechos sólidos en área de maquinado .....	123
Figura 4.50: Chatarra .....	124
Figura 4.51: Lavado de ollas .....	124
Figura 4.52: Al negro (izq.) Al blanco (der.) .....	127
Figura 4.53: Área de moldeo en arena .....	127
Figura 4.54: Mesa de moldeo y almacenamiento de arena .....	128
Figura 4.55: Bolsas con producto terminado.....	128

Figura 4.56: Máquina para pulir y costales de polvo de aluminio.....	129
Figura 4.57: Entrada del área de moldeo en coquillas .....	130
Figura 4.58: Hornos y escorias del área de moldeo de coquillas .....	130
Figura 4.59 Coquillas (Izq.) mesa para retiro de bebederos (der.).....	131
Figura 4.60: Evidencia de MP y humos .....	131
Figura 4.61: Al negro (der.) Al blanco (izq.) .....	134
Figura 4.62: Horno.....	134
Figura 4.63: Mesa de moldeo y almacenamiento de arena .....	135
Figura 4.64: Almacenamiento de escorias .....	135
Figura 4.65: Área de maquinado .....	136
Figura 4.66: Bodega.....	136
Figura 4.67: engrane hecho por una fundidora artesanal .....	138
Figura 5.1: Diagrama de bloques del proceso.....	142
Figura 5.2: Distribución de áreas de producción del taller tipo.....	143
Figura 5.3: Diagrama de relación de actividades.....	144
Figura 5.4: Ajuste de distribución de planta.....	144
Figura 5.5: Sugerencias para la manipulación de materia prima .....	150
Figura 5.6: Sugerencias para la preparación de moldes y noyos.....	153
Figura 5.7: Sugerencias para la carga del horno. ....	155
Figura 5.8: Sugerencias en el proceso de fusión de metales .....	155
Figura 5.9: Esquema de tratamiento de gases para fundiciones ferrosas (hornos cubilote). ..	163
Figura 5.10: Esquema de tratamiento de gases para fundiciones no ferrosas (Hornos de crisol, reverbero y fosa) .....	164
Figura 5.11: Tratamiento de residuos líquidos.....	165
Figura 5.12: Pistola para análisis de metales .....	169
Figura 5.13: Técnica de moldeo copiado de la página web de Fundiec Fundiciones del EcuadorS.A.....	170
Figura 5.14: Separador magnético.....	170
Figura 5.15: Horno de crisol.....	171

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Basado en la figura 1.1 .....	6
Tabla 1.2: Basada en la figura 1.2 .....	8
Tabla 1.3: Basado en la figura 1.3 .....	9
Tabla 1.4: Basado en la figura 1.4 .....	11
Tabla 1.5: Basado en la figura 1.5 .....	13
Tabla 1.6: Basado en la figura 1.6 .....	15
Tabla 2.1 : Contaminantes por cada etapa del proceso de fundición.....	17
Tabla 2.2: Residuos sólidos generados por los procesos de fundición .....	22
Tabla 2.3: Problemas por mal almacenamiento de los aglomerantes químicos líquidos según la ETSU, 1998 .....	26
Tabla 2.4: Características de los equipos para tratamiento de material particulado.....	49
Tabla 2.5: Ventajas y desventajas de los equipos de tratamiento de material particulado .....	50
Tabla 3.1: Categorización de actividades según sus impactos .....	53
Tabla 3.2: Categorización de las operaciones de fundición .....	54
Tabla 3.3: Distribución de puntos de medición para una chimenea o conducto de sección rectangular .....	60
Tabla 3.4: Ubicación de puntos de medición en chimeneas o conductos de sección circular ..	61
Tabla 3.5: Los límites máximos permisibles de emisiones al aire para fundición de metales ..	62
Tabla 3.6: Niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo.....	65
Tabla 3.7: Límites máximos permisibles en el extracto pect (prueba de lixiviación) .....	67
Tabla 3.8: Límites permisibles para extracción de metales pesados en base seca .....	68
Tabla 3.9: Valores máximos permisibles de emisiones al aire para fuentes fijas de combustión .....	70
Tabla 3.10: Requisitos del sistema de gestión ambiental.....	76
Tabla 3.11: Requisitos de un SGA basado en la norma ISO 14001 .....	77
Tabla 3.12: Colores de seguridad y significado .....	80
Tabla 3.13: Colores de Seguridad.....	81
Tabla 4.1 Flujo de Procesos Empresa 1 .....	85

Tabla 4.2 Contaminantes Empresa 1 .....	90
Tabla 4.3 Flujo de Procesos Empresa 2 .....	91
Tabla 4.4 Contaminantes Empresa 2 .....	98
Tabla 4.5 Flujo de Procesos Empresa 3 .....	99
Tabla 4.6 Contaminantes Empresa 3 .....	106
Tabla 4.7 Flujo de Procesos Empresa 4 .....	107
Tabla 4.8 Contaminantes Empresa 4 .....	113
Tabla 4.9 Flujo de Procesos Empresa 5 .....	114
Tabla 4.10 Contaminantes Empresa 5 .....	119
Tabla 4.11 Flujo de Procesos Empresa 6 .....	120
Tabla 4.12 Contaminantes Empresa 6 .....	125
Tabla 4.13 Flujo de Procesos Empresa 7 .....	126
Tabla 4.14 Contaminantes Empresa 7 .....	132
Tabla 4.15 Flujo de Procesos Empresa 8 .....	132
Tabla 4.16 Contaminantes Empresa 8 .....	137
Tabla 5.1: Elementos que formarán parte de cada área del taller tipo .....	148
Tabla 5.2: Listado de selección de alternativas .....	158
Tabla 5.3: Lista de criterios de selección .....	159
Tabla 5.4: Matriz de ponderación .....	159
Tabla 5.5: Matriz normalizada de índice de importancia relativa .....	160
Tabla 5.6: Resultado de selección obtenido de la multiplicación de matrices de la tabla anterior .....	160
Tabla 5.7: Listado de selección de alternativas .....	161
Tabla 5.8: Listado de criterios de selección .....	161
Tabla 5.9: Matriz normalizada de índice de importancia relativa .....	162
Tabla 5.10: Esquema de tratamiento de gases para fundiciones no ferrosas (Hornos de crisol, reverbero y fosa) .....	162
Tabla 5.11: Tratamiento de residuos líquidos .....	163

# CAPÍTULO 1

## GENERALIDADES

### 1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad hay muchas fundidoras artesanales en el DMQ tanto de materiales ferrosos como no ferrosos. Algunas han tratado de obtener todos los requisitos necesarios para obtener sus permisos de funcionamiento, uno de estos requisitos es aquel que exigen la secretaria del ambiente de Quito, el cual cataloga a todos los establecimientos de fundición de metales dentro de las categorías de alto impacto ambiental sin considerar si son empresas grandes como Adelca o empresas pequeñas como un taller de fundición.

Para obtener los requisitos ambientales de alto impacto se necesita hacer una variedad de estudios los cuales a su vez son muy costosos, como consecuencia de esto ciertas fundidoras artesanales han tenido que suspender sus actividades y varios trabajadores han perdido sus empleos debido a los costos que estos estudios ambientales representan.

Las fundidoras artesanales tienen varias desventajas tanto social, económico, tecnológico y de capacitación por lo tanto no tienen nociones para poder manejar mejor sus procesos a favor del medio ambiente.

No hay documentos en el país sobre buenas prácticas en cuanto a procesos para el sector de fundición, como lo hay en otros países, lo que existe es un estudio de impacto ambiental y vulnerabilidad de algunos tipos de fundición.

Se han asociado varios fundidores debido a la serie de debilidades que ellos poseen para conformar la Asociación de Fundidores de Metales del Ecuador (AFME) los cuales han establecido relaciones teórico-prácticas con la EPN donde se conoció esta serie de problemas que tenían los fundidores artesanales y donde el Dr. Cárdenas planteo un tema de tesis que dio inicio al siguiente proyecto de titulación.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un taller de fundición tipo que contenga todos los parámetros, para que su funcionamiento sea eficiente, un poco inofensivo para el ambiente y seguro para el trabajador dentro del DMQ.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudiar las normas ambientales que rijan al sector de fundición de metales en el DMQ.
- Realizar un diagnóstico ambiental a los talleres de fundición artesanales del DMQ a medida de lo posible.

## **1.3 AFECTACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL AL MEDIO AMBIENTE**

El avance de la era industrial ha proporcionado muchos métodos para aumentar su productividad debido al crecimiento de la población a nivel mundial y las demandas que lleva consigo, razón por la que, con el pasar de los años los procesos de fabricación y los desperdicios de la industria han ido aumentando y con ello la contaminación al medio ambiente.

Los graves daños al medio ambiente son causados por la emisión de gases y desperdicios producidos por procesos industriales, medios de transporte o los propios de las ciudades, que han envenenado paulatinamente la tierra, el mar, los ríos y el aire. Hasta los grandes desarrollos tecnológicos como el internet, las computadoras o los celulares son enormemente contaminantes, porque utilizan energía eléctrica y también producen desperdicios que contaminan y dañan nuestro planeta. Podemos afirmar con toda seguridad que cada vez que utilizamos internet aunque sea para una simple búsqueda por google estamos sin darnos cuenta contaminando nuestro planeta.

Ha surgido, ya desde hace unos años, la preocupación por reducir el consumo energético y los contaminantes del proceso de generación de la energía así como también en la reducción de desechos producidos por la fabricación de diferentes

productos. Para ello se ha fomentado el reciclaje y la reducción de los desechos industriales.



**Figura 1.1:** Afectación industrial sobre medio ambiente

( <http://histinf.blogs.upv.es/2012/12/20/green-computing-2> )

Muchos países se han comprometido en reducir sus gases de efecto invernadero tal preocupación está reflejada en el protocolo de Kioto donde muchos países se comprometen a reducir la contaminación que ellos causaren , pero no todos los países reflejan esta preocupación por reducir sus emisiones contaminantes.<sup>1</sup>

### **1.3.1 AFECTACIÓN DE LA FUNDICIÓN DE METALES AL MEDIO AMBIENTE**

Un sector muy importante es el de las fundiciones de metales. Por lo tanto se encuentra desafiante el desarrollo de las fundiciones metálicas acorde con el medio ambiente ya que hoy en día ha aumentado las exigencias medioambientales. A estas exigencias hay que compatibilizarlas con las industrias y las empresas hoy en día.

Una gran ventaja que muestra la industria de fundición es en el reciclado de metales ya que fundiendo la chatarra de acero, hierro, aluminio etc., da lugar a la producción de nuevos productos.

La principal preocupación de las fundiciones son las emisiones de los gases a la atmósfera y las partículas de polvo que se generan en todas las etapas del proceso de fundición, es decir provocan un deterioro significativo en la calidad del aire de la

---

<sup>1</sup> <http://histinf.blogs.upv.es/2012/12/20/green-computing-2/>



zona donde están ubicadas las empresas de fundición, efectos negativos sobre la salud de las personas expuestas a los impactos ambientales y la generación de residuos.

### **1.3.2 ESTUDIOS AMBIENTALES PARA FUNDICIÓN DE METALES EN EL ECUADOR**

Se han realizado estudios de impactos ambientales relacionados con el sector productivo de nuestro país, donde para el caso de fundiciones el estado ecuatoriano provee los siguientes estudios:

- FUNDICIÓN DE ALUMINIO Y COBRE
- LA INDUSTRIA DE LATÓN Y BRONCE
- LOS PROCESOS DE FUNDICIÓN DE PLOMO

#### **1.3.2.1 Fundición de aluminio y de cobre**

Según el estudio de “Potenciales Impactos Ambientales y Vulnerabilidad” relacionado con el sector productivo del Ecuador, las actividades de fundición de aluminio y cobre se encuentran clasificadas como:

CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) C-2420.2 cuyo código significa “Fabricación de productos primarios de metales no ferrosos.”<sup>2</sup>

En cuanto al Aluminio este estudio de potenciales impactos ambientales lo clasifica como:

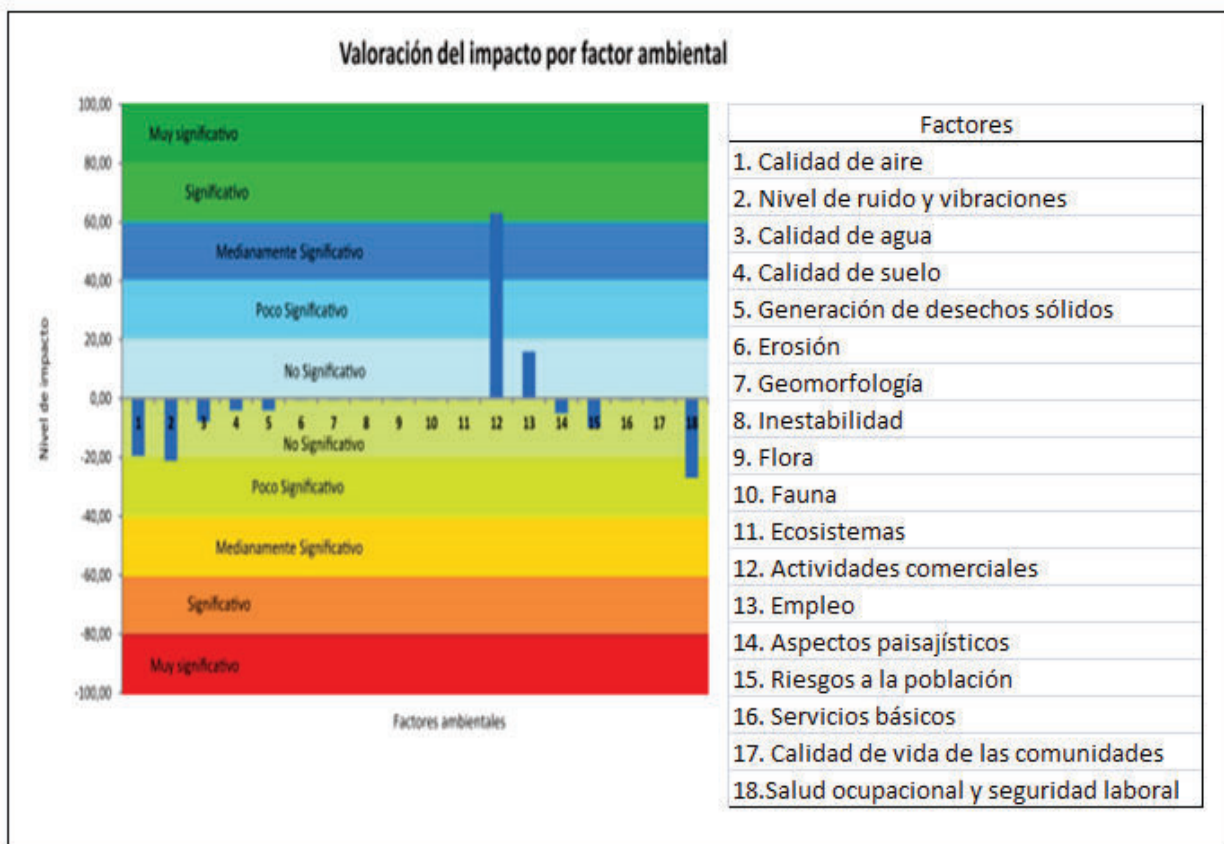
CIIU C- 2420.26 cuyo código significa “Producción de aluminio a partir de alúmina y de la refinación electrolítica de desechos y chatarra de aluminio incluido la producción de óxido de aluminio (alúmina)”.<sup>2</sup>

Donde esta actividad produce planchas o perfiles, pero es de conocimiento básico que el aluminio fundido no se utiliza solamente para esos fines ya que hay fundidoras que tratan el aluminio para hacer poleas por ejemplo. En este estudio no se especifica el nombre de alguna empresa o empresas a las que se las haya realizado este estudio ambiental o tal vez se está extrayendo información a nivel de

---

<sup>2</sup> <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART3.pdf>

siderúrgicas tales como ANDEC S.A., ADELCA, IPAC y TALME. Pero estas empresas están mencionadas en el estudio de siderúrgicas. Este estudio provee un gráfico muy interesante que se lo muestra a continuación.



**Figura 1.2:** Representación gráfica del impacto ambiental del proceso de Al  
(<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART3.pdf>, pág. 254)

El gráfico muestra que hay aspectos negativos y positivos que entran en niveles de grado no significativo, poco significativo, medianamente significativo, significativo, muy significativo. Los más representativos en este gráfico son:

**Tabla 1.1:** Basado en la figura 1.1

FACTORES	VALOR DEL IMPACTO		
	POSITIVO	NEGATIVO	
Calidad del aire		19,50	No significativo
Nivel de ruido y vibraciones		21,25	Poco significativo
Salud ocupacional y seguridad laboral		27	Poco significativo
Actividades comerciales	63		Significativo
Empleo	16		No significativo
Impacto total		22,55	Poco significativo

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

Nota 1.1: En esta tabla no están propuestos todos los valores correspondientes al gráfico sino solamente los más representativos para obtener una conclusión más rápida de la figura 1.1 y sus valores fueron tomados desde la fuente donde se extrajo la figura.

El Cobre se clasifica como:

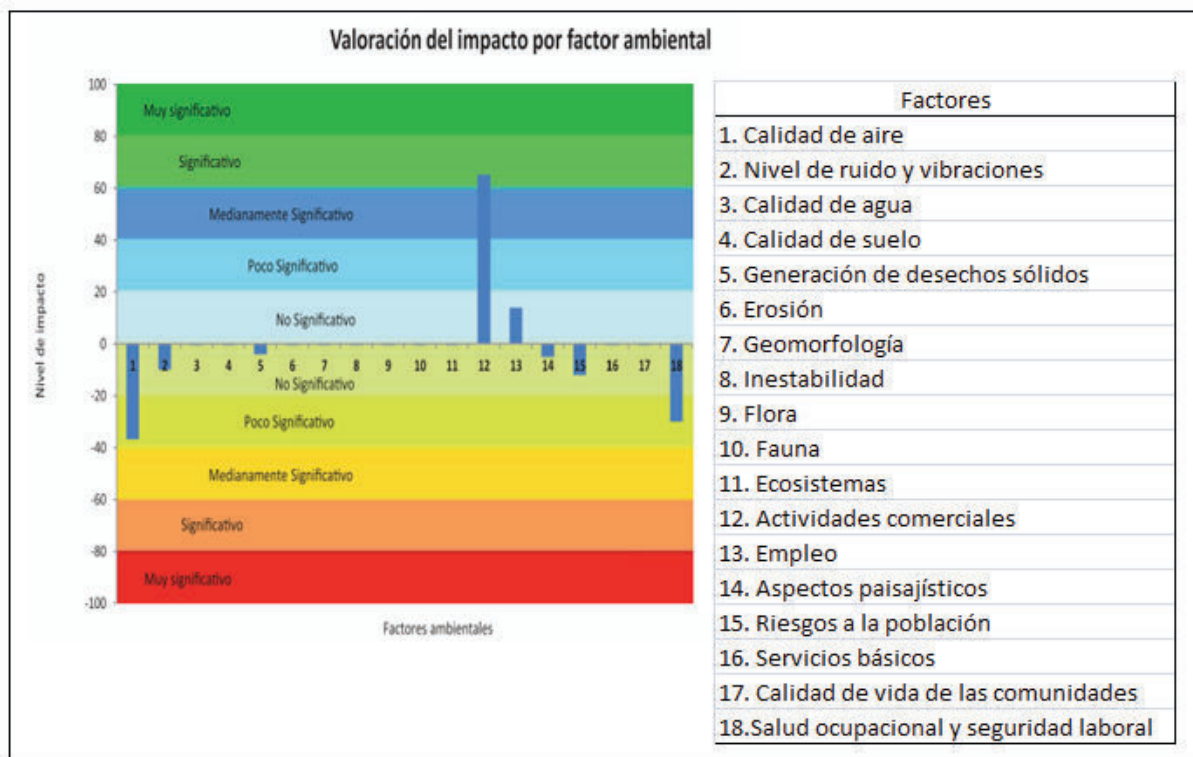
CIIU C-2420.21 cuyo código significa “Producción de metales comunes no ferrosos a partir de minerales en bruto o en mata, alúmina u óxidos: aluminio plomo zinc y estaño; cobre; cromo, manganeso, níquel, etc.”<sup>2</sup>

En donde el cobre en bruto se procesa para producir cobre metálico y no se especifica a que empresas se ha hecho el estudio de impacto ambiental.

De hecho del cobre se pueden fabricar muchas cosas más como por ejemplo: piezas para mecanismos de barcos o trenes las cuales la podría realizar el sector de fundición del Ecuador.

Hay otras aplicaciones del cobre tales como por ejemplo alambres de conducción eléctrica que las fabrica la empresa CONELSA.

Como se lo hizo con el aluminio, la misma modalidad se seguirá para determinar la valoración del estudio o impacto ambiental realizado por el estado ecuatoriano.



**Figura 1.3:** Representación gráfica del impacto ambiental del proceso de Cu

(<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART3.pdf>, pág. 258)

En la Tabla 1.2 se presentan los aspectos positivos y negativos de la producción de Cu, concluimos que los efectos negativos que se tienen con respecto a la fundición de cobre son la calidad del aire, la salud ocupacional y seguridad laboral entrando en un rango poco significativo.

Pero los efectos positivos entrando en un rango significativo son las actividades comerciales.

**Tabla 1.2:** Basada en la figura 1.2

FACTORES	VALOR DEL IMPACTO		
	POSITIVO	NEGATIVO	
Calidad del aire		36,75	Poco significativo
Salud ocupacional y seguridad laboral		30	Poco significativo
Actividades comerciales	65,25		Significativo
Impacto total		22,55	Poco significativo

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

Nota 1.2: la misma indicación que la nota 1.1

#### 1.1.1.1 Industria de Latón y Bronce

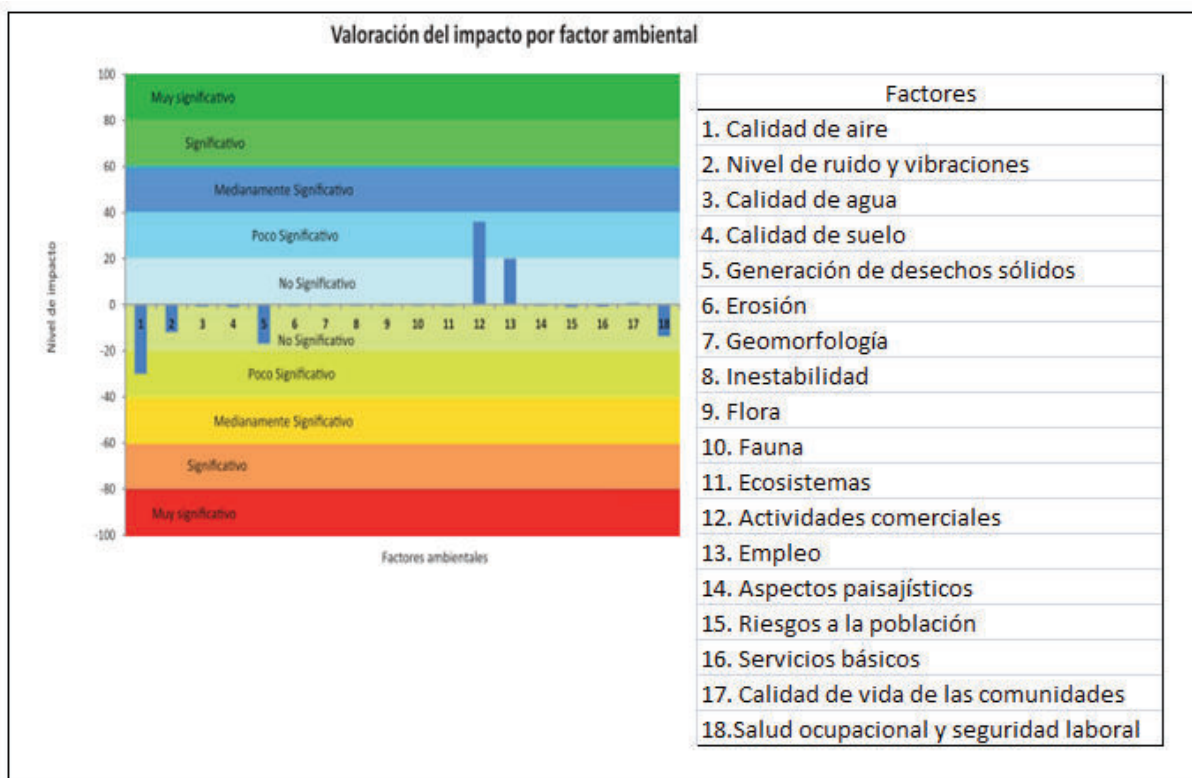
Como sabemos ambas son aleaciones metálicas cuyo componente principal es el cobre (Latón= Cu+Zn; Bronce (Cu+Sn). Estas actividades pertenecen al sector:

CIUU C-2420 cuyo código significa “Fabricación de productos primarios de metales preciosos y metales no ferrosos”.<sup>2</sup>

El latón se clasifica en el sector:

CIUU C-2420.22 cuyo código significa “Producción de metales comunes no ferrosos a partir de minerales o mediante la refinación electrolítica de desechos y chatarra de plomo, zinc, estaño, cobre, cromo, manganeso, níquel, etc.”<sup>2</sup>

Se producen variadas aleaciones según cambie el porcentaje de zinc y cobre. Estos son utilizados para elementos resistentes a la corrosión, instrumentos musicales etc. Aparte de esas aplicaciones se pueden hacer con el latón válvulas de compuerta, esféricas de globo etc. o alambres entre muchas otras cosas. El impacto Ambiental realizado por el estado se muestra a continuación con el gráfico y la tabla correspondientes.



**Figura 1.4:** Representación gráfica del impacto ambiental del proceso de Latón  
(<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART3.pdf> Pág. 267)

**Tabla 1.3:** Basado en la figura 1.3

Factores	Valor del Impacto		
	Positivo	Negativo	
Calidad del aire		30	Poco significativo
Salud ocupacional y seguridad laboral		13	No significativo
Generación de desechos sólidos		17	No Significativo
Actividades comerciales	36		Poco significativo
Empleo	20		No significativo
Impacto total		22,53	Poco significativo

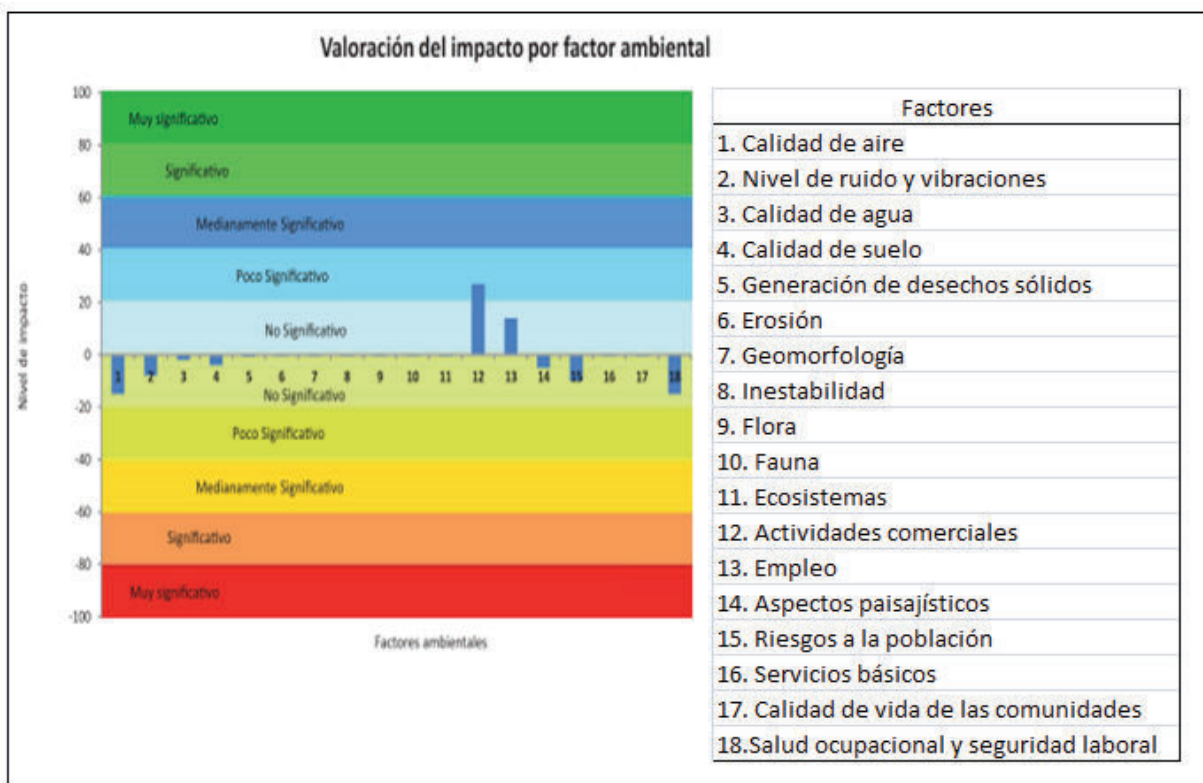
(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

Nota 1.3: la misma indicación que la nota 1.1

El bronce está clasificado como:

CIU C-2420.23 cuyo código significa “Producción de aleaciones de: aluminio; plomo, zinc, estaño, cobre, cromo, manganeso, níquel, etc.”.<sup>2</sup>

No está especificado a que empresas y que productos se fabrican de esta aleación en nuestro país, que estén descritas en este estudio. Buscando en páginas amarillas encontramos que el bronce es trabajado desde talleres para joyas de bronce, a más de ello también hay fundidoras que trabajan o funden bronce. Este estudio presenta el grafico para el estudio del impacto ambiental:



**Figura 1.5:** Representación gráfica del impacto ambiental del proceso del bronce

(<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART3.pdf> Pág. 272)

Para saber cuáles son los impactos más representativos y a que rango pertenecen así como sus valores y cuál es el impacto ambiental lo señalará la Tabla 1.4.

**Tabla 1.4:** Basado en la figura 1.4

FACTORES	VALOR DEL IMPACTO		
	POSITIVO	NEGATIVO	
Calidad del aire		15	No significativo
Salud ocupacional y seguridad laboral		15	No significativo
Actividades comerciales	27		Poco Significativo
Empleo	14		No significativo
Impacto total		22	Poco significativo

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

Nota 1.4: la misma indicación que la nota 1.1

#### 1.1.1.1 Proceso de fundición del Plomo

El plomo es un metal pesado y tóxico, y es de vital importancia saber que el plomo se utiliza más en baterías para automotores ya que es decreciente la existencia de residuos de planchas y tuberías de plomo. La utilización de las baterías varía muchas veces para un mismo vehículo por lo que se obtienen una gran cantidad de residuos de plomo provenientes de las baterías usadas. Esta actividad de fundición de plomo pertenece al CIIU C-2420.22 (mismo grupo del latón) y como se expresa en el documento de Potenciales Impactos Ambientales del estado ecuatoriano es importante que el procesamiento de baterías sea realizado con la ayuda de gestores calificados ya que la recuperación y fundición en plomo pone en peligro a quienes lo procesan de manera inadecuada y clandestina.

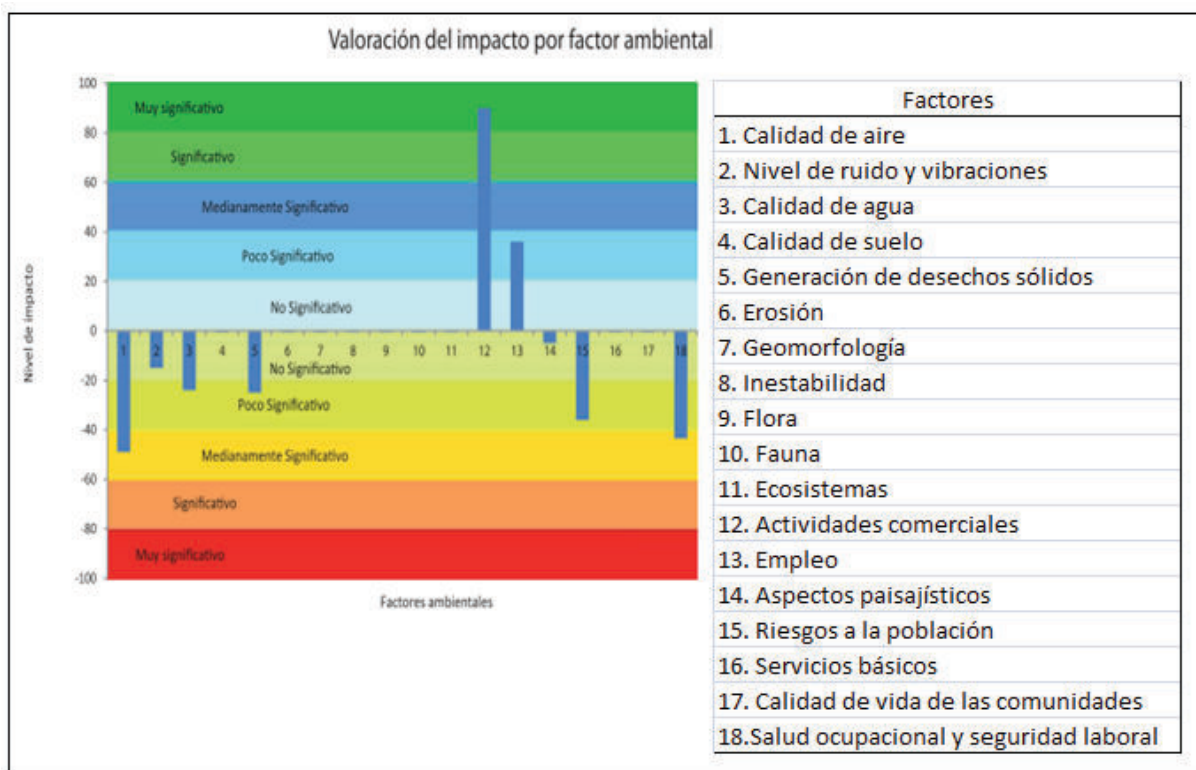
El peligro más influyente con respecto al reciclaje de baterías de plomo-ácido consiste en las siguientes actividades:

- En la recepción de baterías usadas puede haber derrames al medio ambiente de electrolito (ácido sulfúrico).
- En drenaje de electrolito puede ocurrir derrame al medio ambiente o contacto humano.

El electrolito es altamente corrosivo por lo que se recomienda tener mucho cuidado con ello y si se toma contacto con este ácido se lo debe lavar con abundante agua 15



minutos y luego ir a servicios de urgencias médicas de inmediato. El estudio del impacto ambiental del plomo está demostrado cómo sigue a continuación:



**Figura 1.6:** Representación gráfica del impacto ambiental del proceso de fundición de plomo  
(<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART3.pdf> Pág 279)

Como se puede observar en la gráfica existen muchos aspectos negativos correspondientes a esta actividad, por ende el impacto ambiental entrará en un marco significativo lo cual se observará con la siguiente tabla:

**Tabla 1.5:** Basado en la figura 1.5

FACTORES	VALOR DEL IMPACTO		
	POSITIVO	NEGATIVO	
Calidad del aire		49	Medianamente significativo
Nivel de ruido y vibraciones		15	No significativo
Calidad del agua		24	Poco significativo
Generación de desechos sólidos		25	Poco significativo
Salud ocupacional y seguridad laboral		43	Medianamente significativo
Riesgos a la población		36	Poco Significativo
Actividades comerciales	90		Muy significativo
Empleo	36		Poco significativo
Impacto total		75,10	Significativo

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

Nota 1.5: la misma indicación que la nota 1.1

El proceso de fundición del plomo entra en un rango significativo por lo cual a esta actividad hay que ponerle especial atención e implementar cuidados de alto grado con gestores ambientales en cada empresa que cuiden del proceso de fundición de plomo.

#### 1.1.1.2 La Industria siderúrgica

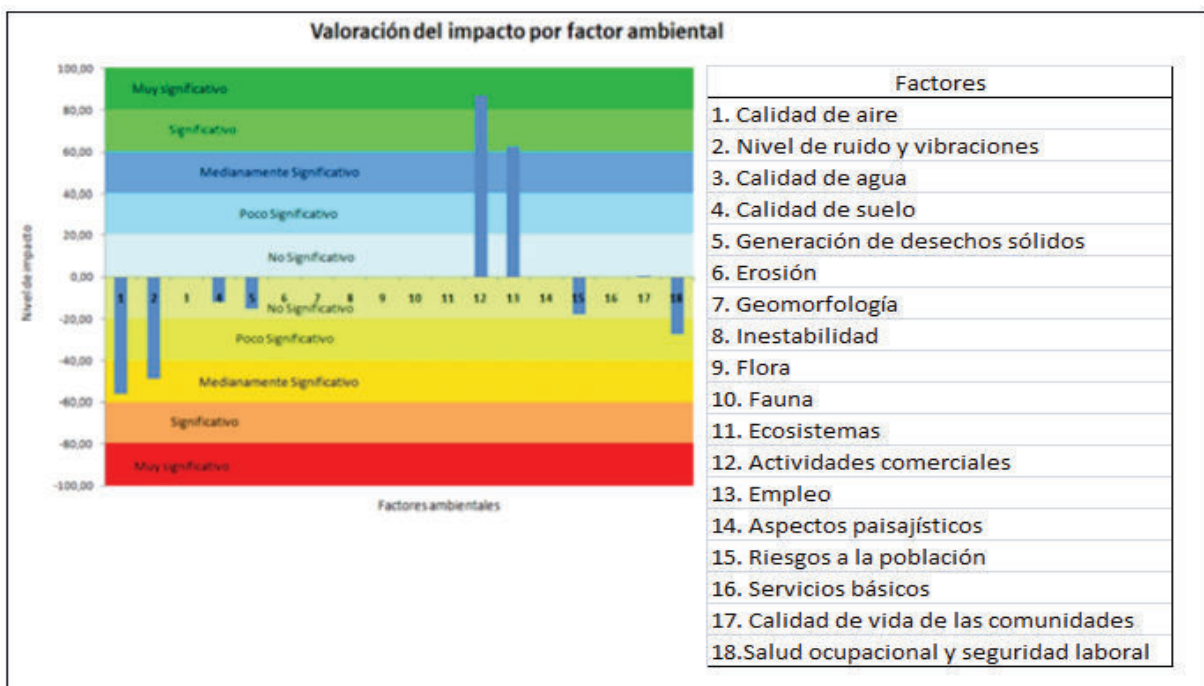
En este estudio no se ha hecho la evaluación ambiental en cuanto a fundiciones ferrosas pero se encuentra el estudio a nivel de siderúrgicas que son las fábricas que procesan la chatarra, o el mineral de hierro para obtener el acero y comercializarlo. Como ya lo mencionamos se exponen claramente las empresas siderúrgicas destacadas en nuestro país como lo son: ANDEC S.A., ADELCA, IPAC y TALME, esta actividad se encuentra clasificada como:

CIU C-2410, designando para esta actividad industrial el código C-2410, denominado “Industria básica de hierro y acero”.<sup>2</sup>

Dentro del estudio de siderúrgicas se encuentra subdividido al proceso de producción de barras de acero de baja aleación y se encuentra dentro del grupo:

CIU C-2410.16 cuyo código significa “Producción de acero en lingotes u otras formas primarias”.<sup>2</sup>

La evaluación del impacto ambiental de las siderúrgicas se muestra a continuación con el siguiente gráfico como en los estudios anteriores, pero cabe destacar que una siderúrgica es muy grande, sus procesos abarcan maquinaria pesada, también tienen un alto consumo de energía por la complejidad de sus procesos mismos y por la magnitud de acero que producen, de tal manera que estas empresas siderúrgicas deben tener un alto impacto de emisiones contaminantes y consumo de energía por lo cual para un control medioambiental se concluye que en comparación con las fundidoras éstas deben tener un control muy rígido.



**Figura 1.7:** Representación gráfica del impacto ambiental de la industria siderúrgica

(<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART3.pdf> Pág 284)

**Tabla 1.6:** Basado en la figura 1.6

Factores	Valor del Impacto		
	Positivo	Negativo	
Calidad del aire		56	Medianamente significativo
Nivel de ruido y vibraciones		49	Medianamente significativo
Generación de desechos sólidos		15	No significativo
Salud ocupacional y seguridad laboral		27,75	Poco significativo
Riesgos a la población		18	No Significativo
Actividades comerciales	87,50		Muy significativo
Empleo	63		Significativo
Impacto total		30,45	Poco significativo

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

Nota 1.6: la misma indicación que la nota 1.1

Los datos demuestran que las empresas siderúrgicas entran en un rango poco significativo al igual que las empresas fundidoras pero eso se observa en el total del impacto ya que las industrias siderúrgicas cuentan con factores que reducen su nivel de impacto negativo, estos factores son las actividades comerciales con una valoración de impacto muy significativo y también otro factor que reduce los niveles de impacto negativo es el empleo valorado como significativo, pero a nivel de calidad de aire estas se encuentran a nivel medianamente significativo a diferencia de las fundiciones excepto el plomo que se encuentran en rangos de poco y no significativo. Lo que demuestran que no producen la misma cantidad de contaminación en cuanto a procesos de producción pero la gran ventaja de las siderúrgicas es que son grandes empresas con una gran actividad comercial y una gran fuente generadora de empleo con respecto a las fundidoras.

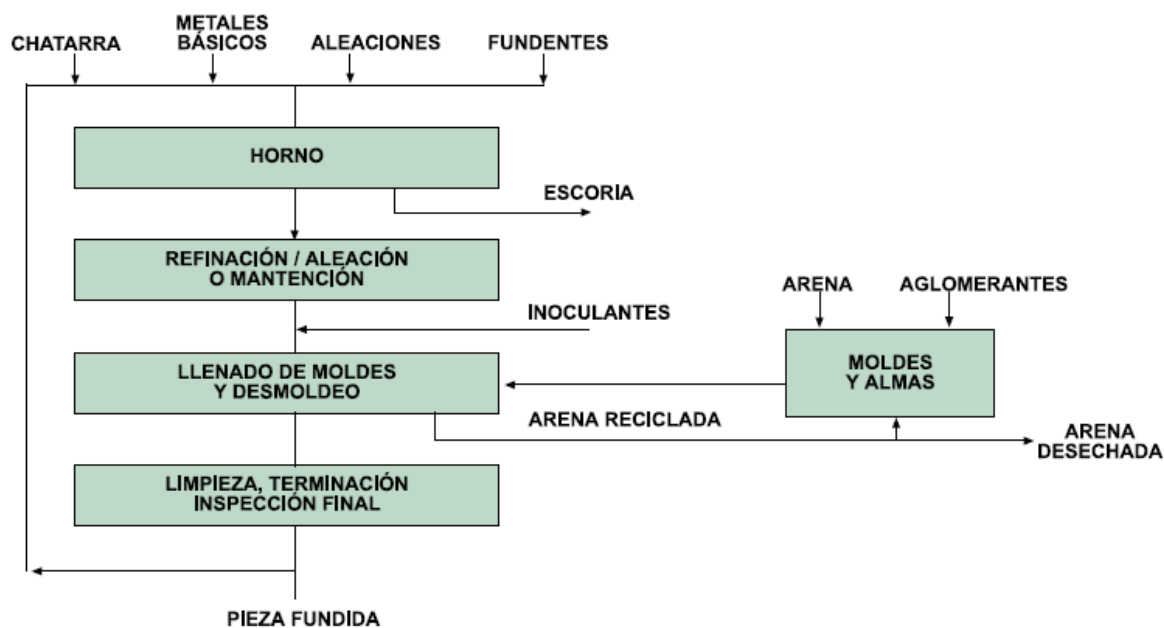
## CAPÍTULO 2

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 INTRODUCCIÓN

La fundición se inicia con la carga al horno de las materias primas (chatarras ferrosas o no ferrosas y los materiales aleantes), calentándolas hasta su punto de fusión, en un horno de fundición especial. Una vez logrado el material requerido en su forma líquida, se procede a separar la escoria del metal e introducirlo dentro del molde; este proceso es conocido como “colada o llenado de moldes”. Enfriado el producto, se eliminan aquellas partes que son sólo de apoyo y no forman parte de la pieza en sí (canales de alimentación, montantes, rebabas) y se destruye el molde.<sup>3</sup>

Un esquema de las etapas del proceso de fundición es:



**Figura 2.1:** Esquema simple del proceso de fundición

(Achs, 2001, Pág.8)

<sup>3</sup> ACHS, GUÍA PARA EL CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL, RUBRO DE FUNDICIONES, SANTIAGO-CHILE, OCTUBRE 2001. Pág. 8

## 2.2 CONTAMINACIÓN PRODUCIDA POR EL PROCESO DE FUNDICIÓN

La generación de residuos en el sector de fundición depende de factores tales como el material de fundición (hierro, acero, aluminio, bronce, plomo, etc.), tipo de combustible, machos, moldes, y tecnología empleada.<sup>4</sup>

En la siguiente tabla se presentan los aspectos ambientales generados por el proceso de fundición:

**Tabla 2.1:** Contaminantes por cada etapa del proceso de fundición

Proceso	Contaminantes
Tratamiento de materias primas	·Material particulado
Producción de moldes y almas	·Material particulado ·Compuestos orgánicos volátiles ·Residuos líquidos
Carga del horno	·Material particulado ·Compuestos orgánicos volátiles
Fundición y fusión	·Material particulado ·Óxidos de azufre ·Óxidos de nitrógeno ·Monóxido de carbono ·Escoria ·Plomo y humos inorgánicos
Colada	·Material particulado ·Monóxido de carbono
Transporte del material	·Material particulado ·Monóxido de carbono
Llenado de moldes (colada)	·Material particulado ·Compuestos orgánicos volátiles
Enfriamiento	·Material particulado ·Compuestos orgánicos volátiles
Desmoldeo	·Material particulado ·Arenas de descarte
Limpieza de productos fundidos	·Material particulado

(Achs, 2001)

De acuerdo a la tabla anterior se concluye que el mayor impacto ambiental producido por las fundiciones es:

---

<sup>4</sup> DIAGNÓSTICO INTEGRAL SECTOR DE FUNDICIÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO, ODES BARRANQUILLA, Diciembre 5 – 2005, Pág. 28

- Emisiones a la atmósfera (material particulado, gases de combustión y vapores propios de la fundición).

De medio impacto ambiental se toman en cuenta a los siguientes factores:

- Residuos sólidos (arena, escoria, residuos de limpieza, material refractario, sales y medios abrasivos)
- Ruido, aunque no se mencionan en la Tabla 2.1 pero en algunos procesos como por ejemplo maquinado se genera ruido.

De bajo impacto es considera:

- Residuos líquidos, pero si tienen procesos de tratamientos térmicos y baños químicos empieza a considerarse de alto impacto dependiendo de la cantidad de vertimientos líquidos que se generen por estos procesos.

### 2.2.1 EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Las emisiones al aire producto del proceso de fundición de metales incluyen los gases y material particulado emitidos durante la fundición, así como el material particulado generado durante la fabricación, manejo, destrucción y reciclaje de moldes de arena.<sup>4</sup>

Las emisiones atmosféricas se pueden dividir en:

- Controladas: corresponden a aquellas emisiones que se originan en focos estacionarios y pueden ser reducidas mediante sistemas tradicionales de limpieza de gases (ciclones, campanas de captación y filtros).



**Figura 2.2:** Emisión por chimenea

(Odes, 2005, Pág. 49)



- Fugitivas (no captadas): no son fácilmente cuantificables, pero pueden llegar incluso a ser mayor que las emisiones controladas. Se producen principalmente porque la fuente generadora no posee los sistemas adecuados de captación de humos o bien no se encuentra en buen estado de mantención.<sup>3</sup>



**Figura 2.3:** Emisiones fugitivas

(Odes, 2005, Pág. 49)

Las emisiones del proceso de fusión en hornos son: principalmente material particulado y Monóxido de carbono (CO), los compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de azufre (SOx), óxidos nitrosos (NOx) y pequeñas cantidades de clorhidratos y fluoruros. Las mayores concentraciones de emisiones en hornos ocurren cuando las tapas o puertas son abiertas para cargar, recargar, alear, inyectar oxígeno, remover la escoria y al colar.<sup>3</sup>

Otra manera de clasificar las emisiones generadas durante la etapa de fundición es la siguiente: por un lado, tenemos los gases y material particulado resultantes de la combustión de carbón, petróleo y sus derivados, gas natural, u otros combustibles fósiles; por otro lado los vapores emitidos como resultado de la fundición de la materia prima metálica y sus compuestos aleantes. Estos dos tipos de emisiones, así como sus impactos, se detallan a continuación:



### **2.2.1.1 Emisiones producto de la quema de combustibles fósiles durante la fundición**

Los gases de combustión son generados únicamente en fundiciones que utilicen hornos de cubilote u hornos de reverbero alimentados con combustibles fósiles. La mezcla y cantidad de gases emitidos depende del tipo y calidad del combustible utilizado, y de la temperatura y nivel de oxigenación de la combustión. Los principales gases de combustión son los óxidos de azufre (SOx) y los óxidos de nitrógeno (NOx), producto de la oxidación del azufre y nitrógeno existente en los combustibles fósiles. Adicionalmente, los óxidos de nitrógeno también resultan de la oxidación a altas temperaturas del aire de combustión. Otros gases de combustión incluyen compuestos orgánicos volátiles (COVs) y óxidos de metales presentes en el combustible. La quema de combustibles fósiles también genera emisiones de material particulado que contiene principalmente carbono elemental, carbono orgánico, sulfatos y nitratos. Adicionalmente pueden contener trazas de metales pesados presentes en el combustible y volatilizados durante la combustión. Los impactos asociados con estas emisiones resultantes de la combustión son:

- **Material particulado:** Está conformado por humo, polvo y hollín con contenido de carbono elemental, carbono orgánico, sulfatos y nitratos. Adicionalmente pueden contener trazas de metales pesados presentes en el combustible y volatilizados durante la combustión. Estos materiales aceleran la corrosión de láminas de acero y zinc e incrementan los episodios de enfermedades respiratorias.
- **Óxidos de Azufre (SOx):** Normalmente están referidos al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y al trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>). El SO<sub>2</sub> es un gas incoloro, no inflamable y no explosivo. Se convierte a SO<sub>3</sub> o a ácido sulfúrico por procesos catalíticos o fotoquímicos de la atmósfera. El principal efecto de los óxidos de azufre es la formación de la lluvia ácida, la cual disminuye el pH de los cuerpos de agua, lixivia los nutrientes del suelo, corroe las piezas metálicas y deteriora materiales como el caucho, cuero, pintura, etc.
- **Compuestos orgánicos volátiles (COVs):** Durante la combustión se forman hidrocarburos como el metano, butano, benceno y aldehídos, que no son

corrosivos pero sí ensucian las superficies. Sólo el etileno tiene un efecto adverso sobre el crecimiento de las plantas. Cuando los COVs se combinan con los óxidos de nitrógeno, en presencia de luz solar, forman oxidantes fotoquímicos como el peroxi acetil nitrilo (PAN), que son nocivos para la salud.

- Óxidos de Nitrógeno (NOx): Las dos especies más representativas son el monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Este último reacciona con la humedad atmosférica para formar ácido nítrico, el cual es muy corrosivo, mientras que el NO forma smog con los compuestos orgánicos provenientes de la combustión.
- Monóxido y Dióxido de Carbono: El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro, asfixiante y tóxico para el organismo. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es uno de los principales gases responsables del efecto invernadero.

#### **2.2.1.2 Vapores de la Fundición de Metales**

El proceso de la fusión de metales genera emisiones de gases de diferente nivel de toxicidad según el metal a fundir. Los metales emitidos dependen del material fundido y de las impurezas que éste tenga. La OMS (1995) indica además que según la especie química, el tamaño de las partículas y la solubilidad en los fluidos corporales, puede absorberse hasta el 50% del compuesto de plomo inhalado. Parte de la materia en forma de partículas inhalada (superiores a 7µm) se ingiere tras pasar por el sistema mucociliar del aparato respiratorio.

En las fundiciones de plomo, se emiten cantidades considerables de plomo volatilizado, que se combinan con el material particulado procedente del coque o del combustible usado, y los ya mencionados gases de combustión. Similar efecto se presenta en los gases procedentes de la fundición de otros metales no ferrosos como es el caso del aluminio, donde el tiraje del sistema arrastra partículas de óxido y metal, así como los productos de la combustión según el caso.<sup>4</sup>

#### **2.2.2 RESIDUOS SÓLIDOS**

Los principales residuos sólidos generados son las arenas de descarte, escoria, escombros (virutas y chatarra) y polvos retenidos en filtros de mangas. En fundiciones no ferrosas además se pueden generar residuos peligrosos y

contaminados con plomo, cobre, níquel y zinc, con frecuencia en elevadas concentraciones totales y extraíbles, provenientes principalmente de la escoria.<sup>3</sup>

**Tabla 2.2:** Residuos sólidos generados por los procesos de fundición

Proceso	Contaminante	Procedencia
Elaboración de Moldes y Machos	Polvos	Tierras de recuperación
	Escorias	Escorias de fundición
	Lodos	Lodos con contenidos de metales del lavador de gases
	Materiales gastados de producción	Piedra caliza, material refractario del horno, ladrillo y arenas de crisoles
Fundición de hierro, hierro dúctil y acero	Arenas de fundición	Arenas quemadas o gastadas del desmoldeo, arenas de corazones, arenas de moldeo, arena sílica quemada o gastada, arena de machos
	Escorias	Escorias de fundición de hierro y acero
Fundición de Metales No Ferrosos	Polvos	Polvos recolectados del horno
	Escorias	Escorias de aluminio, plomo, cobre, estaño, zinc y aleaciones como zamak, latón y bronce.
	Lodos	Lodos del lavador de gases.
	Materiales gastados de producción	Piedra caliza, material refractario, trozos sólidos.
Vaciado de la Fundición de Metales No Ferrosos	Arenas	Arenas quemadas o gastadas del desmoldeo, arenas de corazón, arena sílica mezclada con bentonita y arena sílica recubierta con resinas fenólicas.
	Escorias	Escorias de aluminio, cobre, plomo, estaño, zinc y escorias de zamak, latón y bronce. Natas de aluminio y de zamak y salpicaduras de zamak
	Restos de metales	Rebaba y recorte de metales
	Medios de producción gastados	Crisoles de carburo de silicio y fibras cerámicas
	Aceites y/o materiales impregnados con aceites	Aceites lubricantes de mantenimiento gastados y desmoldantes

(Odes, 2005, Pág. 37)

### 2.2.2.1 Arena Usada

Aunque la arena se reutiliza en los diferentes procesos de fundición, una cierta cantidad debe ser retirada periódicamente para mantener las propiedades deseadas. Otra cantidad de arena como residuo se genera por fugas y durante el desmoldeo. Los aglomerantes utilizados en la elaboración de machos se degradan al contacto con el metal fundido durante la etapa de vaciado, dejando libre la arena para ser mezclada con más arena de moldeo y ser utilizada nuevamente. Los residuos de arenas de moldes y machos representan del 66 al 88% del total de residuos generados en las fundiciones de hierro. Parte de estas arenas contienen partículas del material fundido que entró en contacto con este, por lo cual su manejo ambiental debe ser considerado.

### **2.2.2.2 Residuos de Limpieza y de Equipos de Control**

Los residuos de limpieza incluyen perdigones usados, barreduras y polvos recolectados en los equipos de control. Pueden contener altos niveles de metales pesados, por lo cual deben aprovecharse (recuperar metales) o disponerse apropiadamente (ser encapsulados y enviados a un relleno de seguridad). En las fundiciones de acero, los polvos y humos retenidos en los equipos de control contienen cantidades variables de zinc, plomo, níquel, cadmio y cromo. El polvo asociado con metales no ferrosos puede contener cobre, aluminio, plomo, estaño y zinc.

### **2.2.2.3 Escorias**

La escoria es una masa vidriosa, relativamente inerte y de estructura química compleja. Está compuesta por óxidos metálicos del proceso de fusión, refractarios fundidos, arena, cenizas de coque y otros materiales. Puede contener plomo, cadmio y cromo, si alguno de estos elementos fue cargado al sistema. En la producción de hierro dúctil suele utilizarse carburo de calcio para reducir el contenido de azufre en el hierro, generando en este caso una escoria clasificada como reactiva (USEPA 1992, CINSET 1999).

La chatarra de aluminio se funde por lo general en hornos de tambor giratorio u hornos de solera bajo una capa salina fluida que impide la entrada de aire. La sal absorbe las impurezas presentes en la chatarra de aluminio y las originadas durante el proceso de fusión y precipita como escoria salina. Con el depósito de estas escorias salinas se contamina en alto grado el agua infiltrada del vertedero. De ahí que la escoria salina se deba tratar y reutilizar en el proceso de fusión.<sup>4</sup>

## **2.2.3 RESIDUOS LÍQUIDOS**

Los principales procesos que generan este tipo de efluentes son:

- Fabricación de moldes (aglomerantes).
- Enfriamiento de moldes y piezas.
- Enfriamiento del horno.
- Sistema de lavado de gases.

No son significativos, en general, salvo que la fundidora contenga procesos de tratamientos térmicos o baños químicos.

El proceso de enfriamiento de los hornos consiste en un circuito cerrado y un abierto. El circuito abierto requiere una permanente regeneración del caudal producto de las pérdidas por evaporación. La circulación de las aguas también implica que se vayan concentrando sales producto de la adición de anti-incrustantes y antioxidantes, entre otros. Ello significa que debe existir una purga periódica de agua.

Estas aguas constituyen los residuos industriales líquidos provenientes de las fundiciones, que se puede considerar de bajo grado de contaminación.<sup>3</sup>

En cuanto al sistema de lavado de gases, este también opera mediante un circuito cerrado en el que el agua utilizada recircula por el sistema. Sin embargo, es también necesario reponer una fracción del volumen de agua pues parte de esta se pierde por evaporación. De esta manera, estos sistemas no generan vertimientos líquidos.

Quizás una de las maneras en que más pueden verse afectados los cuerpos de agua en la zona de influencia de una operación de fundición es mediante el contacto del agua de escorrentía con las materias primas de fundición, escorias, arenas, cenizas u otros residuos sólidos del proceso. Esto se da en casos en los que dichas materias primas y residuos se almacenen a la intemperie o en superficies permeables.<sup>4</sup>

#### **2.2.4 MOLESTIAS**

Las principales son los ruidos y contaminación atmosférica. La manera en que el ruido generado se propaga hacia el exterior dependerá exclusivamente de las instalaciones de la fundidora.<sup>3</sup>

### **2.3 PASOS DEL PROCESO DE FUNDICIÓN**

#### **2.3.1 TRATAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS**

Las materias primas son todos los metales, fundentes y otros ingresados al horno en el cual se va a fundir, pero también son considerados como materias primas todos los elementos utilizados para la elaboración de moldes Ej.: arena, aglomerantes, catalizadores etc.<sup>3</sup>

La principal vía de entrada de materias primas en las fundiciones se da en forma de lingotes, chatarra y arena. Sin embargo, hay que distinguir entre fundiciones ferrosas y no ferrosas.

En caso de adquirir chatarra del exterior, lo primero que se hace es someterla a un análisis espectroscópico para determinar cuál es el tipo de aleación.<sup>5</sup>



**Figura 2.4:** Análisis de chatarras fuente: Metal Recycling, INC

( <http://www.aandsmetal.com/esp/servicios/procesamiento-de-los-metales> )

Las fundiciones ferrosas utilizan lingotes, chatarra de hierro y acero seleccionada como materiales de partida, además de los reciclados internamente ejemplo retornos internos (chatarra o jitio de la misma fundidora). Las distintas calidades del metal se almacenan en zonas separadas para controlar mejor la alimentación del horno de fundición.



**Figura 2.5:** Chatarra (izq.) y lingotes (der.) de Al

(Bref, 2009, pág. 22)

---

<sup>5</sup> MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES DE REFERENCIA EUROPEA FORJA Y FUNDICIÓN, DOCUMENTO BREF, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO, 2009, Pág. 22



Disponer un techo y reforzar el parque de chatarra permiten recoger el agua sobrante y evitar así que las emisiones al suelo y al agua queden fuera de control. Las emisiones directas al suelo también se minimizan al evitarse que el material y el suelo se mezclen.

Las sustancias químicas aglomerantes cuentan con recomendaciones de almacenamiento propias que proporciona el fabricante. De no observarse se generarán productos inutilizables o que no cumplen las exigencias necesarias, que deberán eliminarse como residuos especiales o bien afectarán negativamente a la calidad de las piezas a causa del empleo de moldes o machos no conformes.

**Tabla 2.3:** Problemas por mal almacenamiento de los aglomerantes químicos líquidos según la ETSU, 1998

Problema	Consecuencias sobre el producto	Implicaciones	Consecuencias sobre el moldeo
Exposición a exceso de frío	Los productos de base acuosa podrían congelarse	Pueden producirse segregación del producto y fallos en el moldeo. Los productos afectados deberán eliminarse adecuadamente	Puede resultar imposible moldear
Exposición a exceso de calor y luz solar directa	Envejecimiento prematuro, entrecruzamiento de la resina y aumento de la viscosidad	Dificultades a la hora de mezclar y escasa resistencia de los moldes y a las altas temperaturas	Defectos de afinado
Almacenamiento prolongado o en frío	Aumento de la viscosidad	Dificultades de dispersión en la arena. La mezcla de arena se trabaja y compacta peor. Moldes de baja resistencia	Erosión, inclusiones exógenas (arenosas), errores dimensionales y de afinado
Contaminación por humedad	Los productos que contienen isocianatos se deterioran al reaccionar con el agua	Mal rendimiento del aglomerante, que podría tener que desecharse	Aumenta el riesgo de defectos provocados por el gas (picaduras)
Eliminación de sedimentos en tanques de almacenamiento de silicato de gran capacidad	El líquido bombeado podría ser inestable	Moldes de baja resistencia	Piezas sobredimensionadas y defectos de contracción

(Bref, 2009, Pág. 144)

La mayoría de aglomerantes químicos son peligrosos y se caracterizan por una o más de las propiedades siguientes:

- Peligrosos
- Corrosivos
- Inflamables

Lo que representa que hasta los derrames más pequeños pueden poner en peligro la salud y la seguridad de los trabajadores. Los grandes derrames representan un grave problema medioambiental; si se permite que lleguen hasta las aguas superficiales podría producirse una contaminación grave de los cursos de agua.

Los aglomerantes líquidos y los productos derivados del petróleo se suministran en tambores, contenedores de descarga o camiones cisterna. Se almacenan en sus propios contenedores de transporte o, en el caso de vagones cisterna, se descargan directamente en depósitos especiales. Los contenedores se conectan mediante conductos a una unidad de mezclado de arena/resina/catalizador. Algunos catalizadores y co-reactivos se emplean en forma gaseosa, pero también se reciben en forma líquida y se manipulan de igual modo antes de su vaporización y mezcla con el gas portador. La evaporación se produce en cerrado y se transporta por diversos métodos.

Los materiales en forma de trozos gruesos o polvo, los coques para cubilotes, desoxidantes y refractarios, agentes de desmoldeo, y otros productos suministrados en pequeñas cantidades, normalmente se almacena a cubierto. Una vez suministrada, su manipulación se reduce al mínimo. Las materias en forma de polvo pueden almacenarse en silos sellados y transportados neumáticamente o bien guardarse y manipularse en bolsas selladas, como muestra la Figura 2.6.



**Figura 2.6:** Almacenamiento de materia prima en trozos o polvo

(Bref, 2009, Pág. 24)



La arena suele suministrarse al por mayor y se descarga directamente en silos mediante un transportador neumático, cinta transportadora o cuchara. Las arenas especiales suelen llegar en bolsas o vehículos cisterna. Las arenas utilizadas se almacenan en silos antes de su regeneración y en silos o montones para su transporte y posterior reutilización o eliminación exterior.

Los refractarios usados y la escoria, se amontonan por separado en una zona de almacenamiento subdividida o en cajas y se desplazan y manipulan con pequeñas carretillas elevadoras. Los residuos sólidos finos se recogen en una unidad de filtrado y se pasan a grandes bolsas o contenedores, que pueden almacenarse temporalmente a la espera de ser transportados para su eliminación.<sup>5</sup>



**Figura 2.7:** Carretilla elevadora eléctrica pequeña

(<http://spanish.alibaba.com/product-gs-img/carretilla-elevadora-el-ctrica-peque-a-ctd1535-478453071.html>)

### **2.3.2 CONFECCIÓN DE MODELOS Y CAJAS DE NOYOS**

La contaminación que produzca la elaboración de modelos es mínima dependiendo de si cada taller de fundición elabora sus modelos en el mismo sitio. Para la elaboración de modelos se necesita de gran maestría para lograr las tolerancias requeridas por los modelos y cajas de noyos. Los moldes y noyos se fabrican en materiales como metal, plástico, madera o yeso. Los modelos se pueden hacer manualmente, con máquinas universales o sistemas CAD/CAM en máquinas CNC siendo estos últimos de mayor precisión y consistencia dimensional que los métodos manuales.

### 2.3.3 ELABORACIÓN DE MOLDES Y NOYOS

Los moldes se hacen a partir de los modelos, obteniendo una impresión negativa en cajas llenas de arena con aglomerantes. Los noyos llenan los espacios necesarios para obtener orificios al interior del producto final. Una vez cerrado el molde, se endurece por el suministro de calor o por catalizadores, que hacen reaccionar la arcilla de la mezcla. Los moldes pueden ser permanentes (metálicos) o no permanentes, compuestos de material refractario (arenas, aglomerantes y otros aditivos).

Para la construcción de noyos se utilizan los mismos materiales, pero con una menor cantidad de aglomerante, ya que deben ser duros y colapsables. Se ocupan arenas nuevas en su construcción y luego se reciclan en la confección del molde exterior. Una vez saturadas las arenas, éstas son desechadas.<sup>3</sup>

#### 2.3.3.1 Arenas para fundición

Se denominan arenas de moldeó, surgen como descomposición de rocas ígneas, es un material económico y de fácil disponibilidad. Estas pueden ser naturales (sacadas del terreno) o sintéticas (con proporciones determinadas de sus componentes).<sup>6</sup>

Las fundidoras utilizan grandes cantidades de arena como materia prima (95 a 99% del molde) ya que es un material refractario y su regeneración constituye en un aspecto medioambiental de gran importancia. Conviene distinguir claramente, no obstante, entre la arena verde y la arena química. La primera puede reacondicionarse fácilmente tras su uso y, de hecho, una vez utilizada muestra mejores cualidades técnicas que la arena nueva. La mayoría de fundiciones de arena verde llevan a cabo regeneración primaria.

Los tipos de arena que se utilizan en fundición son:

- Arena silíceo (más utilizado para todo tipo de piezas).
- Arena de cromita (producción de piezas grandes o en zonas del molde donde es necesario mayor enfriamiento).
- Arena de zirconio (producción de moldes o machos difíciles, a pesar de su precio, que es muy elevado).

---

<sup>6</sup> PROCESOS INDUSTRIALES PARA MATERIALES METALICOS, 2ª EDICION, Editorial VISION NET, Pág. 164

- Arena de olivino (producción de moldes y machos en la fundición de acero al manganeso).<sup>5</sup>

### 2.3.3.2 Aglomerantes aglutinantes y aditivos

Entre los aglomerantes y productos químicos que se pueden utilizar para la elaboración de los moldes en fundición podemos encontrar los siguientes:

- BENTONITA (aglutinante natural de la arena de moldeo)
- RESINAS (aglomerante químico de la arena de moldeo)
- POLVO DE CARBÓN (aditivo que reduce la penetración de metal)
- SILICATO DE SODIO (aglomerante que reacciona con CO<sub>2</sub> y provoca el endurecimiento de los moldes y noyos)

### 2.3.3.3 Preparación de la mezcla de moldeo

Los diferentes tipos de mezclas de moldeo que se utilizan para la creación de moldes son:

#### 2.3.3.3.1 *Arena verde.*

La mezcla se compone de un 85–95% de arena silíceo (o bien de olivino o zirconio), un 5 a 10% de arcilla de bentonita, un 3 a 9% de materiales carbonosos como polvo de carbón (marino), derivados del petróleo, almidón de maíz o harina y un 2–5% de agua, sirve tanto para el moldeo de metales férreos como no férreos. Por otro lado, la relativa simplicidad del proceso hace que sea ideal para sistemas mecanizados.

#### 2.3.3.3.2 *Arena natural.*

Es arena ligada de forma natural, se mezclan arenas naturales (80%) con arcilla (15%) y agua (5%), no se emplea en fundiciones de hierro y acero.

#### 2.3.3.3.3 *Arena química.*

Se utilizan principalmente sistemas de aglomeración químicos para la elaboración de machos. El sistema de aglomeración utilizado debe por tanto ser capaz de producir machos resistentes que se desmonten para poder extraerlos una vez solidificada la pieza final. Por este motivo suelen confeccionarse con arena silíceo (ocasionalmente arena de olivino, zirconio o cromita) y aglomerantes químicos resistentes. El endurecimiento, o curado, se logra por medio de una reacción química o catalítica.<sup>5</sup>

#### 2.3.3.4 Moldeo Mecánico en Arena.

Los talleres modernos de fundición, de gran producción y producción en serie, para la elaboración de los moldes y machos sustituyen los métodos manuales de moldeo por máquina o mecánico. Sus ventajas sobre el manual son las siguientes:

1. No necesita personal especializado
2. Se pueden obtener piezas con espesores muy pequeños
3. Los moldes adquieren una compacidad más uniforme y una resistencia más alta, con lo cual las piezas quedan mejor acabadas
4. Se disminuye el número de piezas defectuosas y se mejora la calidad.
5. En la elaboración de los moldes a máquina, el elemento fundamental es la placa modelo y el molde se realiza en dos cajas. La introducción de la máquina de moldear en los talleres de fundición ha supuesto un gran avance, al sustituir los métodos artesanales por procesos de mecanizado estas máquinas son:<sup>7</sup>

##### 2.3.3.4.1 *Máquinas de moldeo por presión*

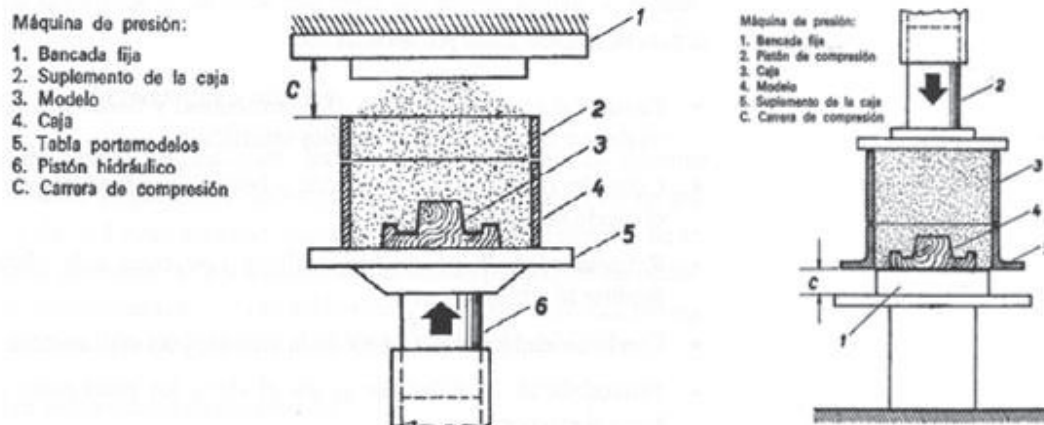
Consta de un cabezal y una mesa. El tipo de prensado depende de la posición relativa del marco de realzado respecto al molde. Estas pueden ser de prensado superior o de prensado inferior.

En las de prensado superior se obtiene una arena más compacta en la parte superior del molde, mientras que en las de prensado inferior se produce una mayor compactación junto al molde.

Para cajas de pequeña altura y tamaño mediano. El grado de compresión depende de la carrera de la prensa y debe ser el correcto para evitar el desmoronamiento sin reducir significativamente la permeabilidad.

---

<sup>7</sup> I.E.S. "Cristóbal de Monroy". Dpto. de Tecnología, CONFORMACIÓN POR MOLDEO II, TECNOLOGÍA INDUSTRIAL Pag.1

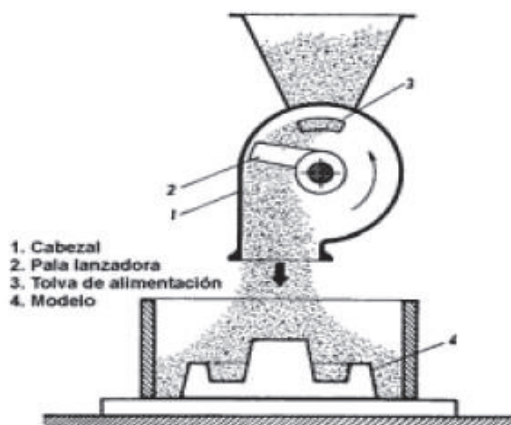


**Figura 2.8:** Esquema de prensado superior (izq.), inferior (der.)

(Julián Rodríguez Montes, Lucas Castro Martínez, Juan Carlos Del Real Romero Pág. 164)

#### 2.3.3.4.2 Máquinas de moldeo por proyección.

Se emplean para moldear piezas muy voluminosas, que por otros procedimientos requerirían máquinas muy pesadas y costosas proyectan la arena sobre las cajas de moldeo por medio de unas aspas o palas. Se rellenan rápidamente grandes cajas en capas sucesivas.



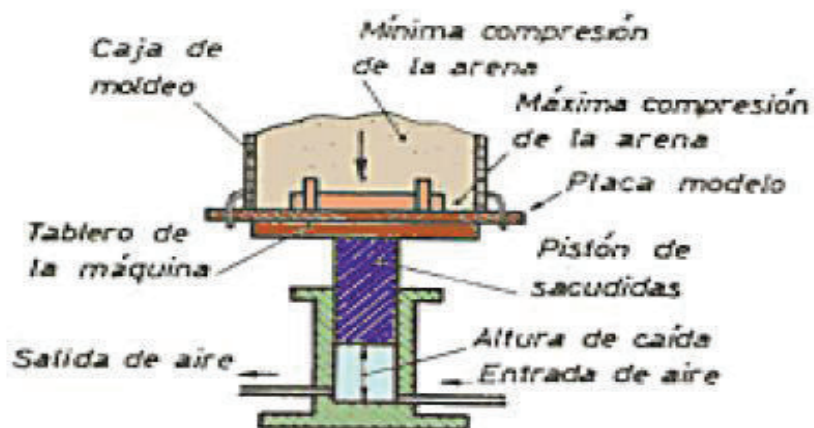
**Figura 2.9:** Máquina de proyección

(Julián Rodríguez Montes, Lucas Castro Martínez, Juan Carlos Del Real Romero Pág. 164)

#### 2.3.3.4.3 Máquinas de moldeo por sacudidas.

Apisonan la arena por medio de vibraciones de la mesa, la arena se compacta por efecto de las fuerzas de inercia, compactándose más cerca del molde. Para cajas

altas son más rápidas que las de presión. El grado de compresión depende de la longitud de la carrera y de la frecuencia de las sacudidas.<sup>7</sup>



**Figura 2.10:** Máquina de moldeo por sacudidas

(Cristóbal de Monroy. Pág. 2)

### 2.3.4 CARGA AL HORNO

Para cargar el material al horno se necesita conocer el material de alimentación. Se puede dar el caso de la entrada de materiales minerales, oxidados, la tierra o el polvo pueden aumentar el desgaste del refractario.

Con chatarra limpia los compuestos no metálicos no son absorbidos por la escoria y no afectan al refractario del horno, los más habituales son la cal viva, óxidos de hierro, óxidos de manganeso y óxidos básicos (MgO procedente de los retornos de hierro nodular) en combinación con refractario de sílice (ácido). La presencia de contaminantes y óxidos en la carga provoca que se consuma parte de la energía de fusión.

Limitar la contaminación es disminuir la cantidad de escoria y aumentar la vida útil de los hornos y los refractarios de las cucharas.

En el hierro nodular en hornos revestidos de refractario ácido, la arena de sílice adherida podría tener un efecto beneficioso, ya que neutraliza el MgO procedente de sus retornos.

Si se utiliza material sin arena procedente de retornos internos no suelen ser necesarios tratamientos posteriores. Para ellos se puede trabajar con tranquilidad porque los sistemas de alimentación no contienen arena debido a su forma

geométrica y los rechazos porque se limpian mediante granallado o chorro de arena después de pasar al control de calidad.

La chatarra limpia y los retornos sin arena reducen la cantidad de escoria y polvo que deben eliminarse y limita las emisiones de COV. El consumo energético se reduce en un 10 o un 15% a causa de la menor presencia de escoria. También el flujo de aire del sistema de extracción puede reducirse.

Un aspecto a tomar en cuenta es que si las fundiciones aceptan únicamente chatarra limpia se reduce el reciclaje de chatarra sucia.

Los cubilotes pueden fundir sin problemas chatarra sucia; si los gases se tratan adecuadamente apenas habrá sobreconsumo de coque y no habrá impacto medioambiental significativo.

La limitación de la escoria es muy importante para el buen funcionamiento de los hornos de inducción sin núcleo. Estos hornos son los que se ven más afectados por el grado de limpieza de la chatarra.

El uso de chatarra sucia no afecta negativamente al funcionamiento de los hornos rotativos, pero es el principal factor determinante de las emisiones de polvo. Si los gases se tratan adecuadamente el impacto medioambiental es escaso.<sup>5</sup>

### **2.3.5 FUSIÓN DE METALES**

Se trata de la fusión del metal y sus compuestos aleantes (Opcional). Cada horno tiene un proceso específico de fusión.

Cada fundición utiliza distintos metales y aleaciones (que poseen distintas temperaturas de fusión).<sup>3</sup>

#### **2.3.5.1 Hornos**

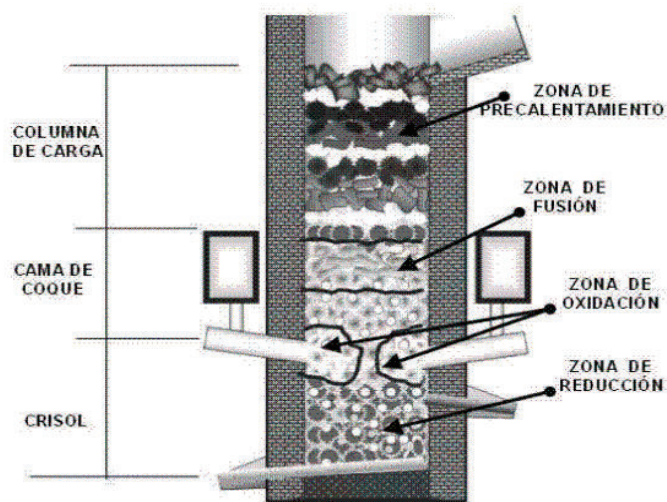
##### *2.3.5.1.1 Cubilote*

La energía necesaria para el proceso de fusión se genera cuando el coque incandescente se pone en contacto con el oxígeno que es transportado junto con aire que es inyectado a través de unas toberas ubicadas en la parte inferior del horno produciendo la reacción de combustión. Los gases calientes producto de la

combustión suben por la columna del horno y entran en contacto con la carga metálica fundiéndola.<sup>8</sup>

Son utilizados comúnmente para las fundiciones grises y trabajan a temperaturas de hasta 2000 °C. Se cargan con metal, coque y fundente.<sup>3</sup>

Está provisto con una capa de refractario, el metal se calienta por combustión de coque, la cual se da en la parte más baja de la zona de fusión.



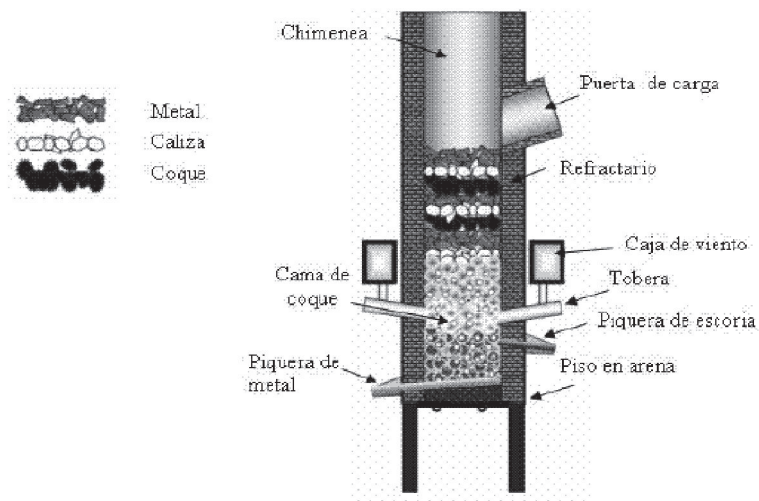
**Figura 2.11:** Zonas del horno cubilote típico

([http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-62302006000200006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-62302006000200006&script=sci_arttext))

El aire de combustión se introduce a la chimenea a través de una o varias filas de toberas. Una válvula de control en el anillo permite controlar y distribuir uniformemente el flujo del aire de combustión por las toberas. El metal, el coque, elementos aleantes, escorificantes y los agentes fluidificadores se añaden al horno a través de la puerta de carga situado en la parte alta. Los gases de combustión fluyen hacia arriba con lo que ceden calor a la carga, antes de salir del horno.

<sup>8</sup> [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-62302006000200006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-62302006000200006&script=sci_arttext)





**Figura 2.12:** Esquema del horno cubilote típico

([http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-62302006000200006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-62302006000200006&script=sci_arttext))

Todas las impurezas quedan atrapadas en la escoria que está principalmente compuesta por  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{FeO}$ , y debido a la baja densidad de la escoria esta flota en el caldo esta sale por la piquera de escoria se la recomienda ubicarla a 15 cm bajo las toberas de inducción de aire.<sup>8</sup>

Para reducir las emisiones de CO e incrementar la eficiencia energética del horno existe la opción de convertir los cubilotes de viento frío en cubilotes de viento caliente pero se debe ver su factibilidad por el alto costo de inversión.

La cantidad emitida de partículas de polvo y gases de salida depende directamente de la cantidad de coque que necesita una tonelada de carga de hierro. Así pues, cualquier medida que mejore la eficiencia térmica del cubilote resultará también en un descenso de las emisiones generadas.<sup>5</sup>

#### 2.3.5.1.2 Hornos de inducción magnética

Funcionan a base de un campo magnético, producido por la circulación de corriente alterna por las bobinas que envuelven el manto del horno. Este campo magnético crea una corriente eléctrica a través del metal que va a fundirse. La resistencia eléctrica del metal produce calor y sirve a su vez para fundirlo.



**Figura 2.13:** Hornos de inducción

(Bref, 2009, Pág., 40)

#### 2.3.5.1.3 Hornos de crisol

Consisten en una cuchara de material refractario (crisol), donde es depositado el metal de bajo punto de fusión (no ferrosos) y se coloca en una caja refractaria cerrada. Luego, un quemador o un grupo de resistencias eléctricas se encargan de elevar la temperatura hasta el punto de fusión.<sup>3</sup>



**Figura 2.14:** Hornos de crisol

(Bref, 2009, Pág. 43)

#### 2.3.5.2 Tratamiento del metal

A la carga metálica ferrosa se añaden elementos de aleación como ferrosilicio, ferrofósforo o ferromanganeso mientras que las fundiciones no férreas como por ejemplo para el aluminio se utiliza titanio para el refinado del grano o para el cobre se utiliza magnesio como desoxidante, para que tengan la composición deseada. Por lo tanto se puede realizar el tratamiento y refinamiento del metal en el horno o en sus propias cucharas como es el caso de los hornos de inducción ya que no se puede realizar la refinación en el horno y por ello se selecciona cuidadosamente la carga de

metal. Cada tipo de horno tiene sus propios requisitos en cuanto a la alimentación y las posibilidades de aleación, lo que a su vez repercute en todo el proceso.<sup>5</sup>

### 2.3.6 COLADO

Corresponde el llenar los moldes del metal líquido para ello se pueden utilizar tres tipos de cucharas según la investigación hecha para este apartado teórico.

#### 2.3.6.1 De vaciado por el borde

El metal se carga por encima del reborde y el flujo se controla inclinando la cuchara puede ser por un volante de mano engranado. Puesto que el metal fluye desde la parte superior de la cuchara, la superficie del metal debe estar limpia de escoria o la cuchara debe estar dotada de un desespumador para evitar que la escoria llegue al molde. Las cucharas con reborde se utilizan para la fundición de pequeñas piezas de acero.



**Figura 2.15:** Cuchara de vaciado por el borde

(Bref, 2009, Pág. 73)

#### 2.3.6.2 Cuchara tipo tetera

En la parte delantera de la cuchara hay un sifón de refractario que asegura que el metal que salga por el pico provenga del fondo de la cuchara, lo que garantiza que no tenga escoria. El metal fundido normalmente sale más limpio de este tipo de cucharas que de las que tienen reborde. Sin embargo, tienen una desventaja, el pico es estrecho y a veces provoca que el metal líquido se solidifique si no está lo suficientemente caliente o si el llenado del molde se prolonga demasiado.



**Figura 2.16:** Cuchara tipo tetera

(Bref, 2009, pág. 73)

### 2.3.6.3 Cuchara de tapón

La cuchara incorpora una abertura en la parte inferior que se cierra con un vástago de refractario. El metal sale por el fondo, lo que evita que contenga escoria; los elementos no metálicos, como los productos de la desoxidación, pueden así flotar y extraerse de la colada. El flujo de metal desciende, de modo que no se produce movimiento del fluido durante la colada. La desventaja es la velocidad y la proporción de cambios que afectan al flujo a medida que varía la presión aerostática.



**Figura 2.17:** Cuchara de tapón

(Bref, 2009, pág. 73)

### 2.3.7 LIMPIEZA

Una vez que el metal líquido ha solidificado en el molde, se procede al desmoldeo, destruyendo el molde mediante vibraciones y sacudidas, que permiten la separación de la pieza fundida del molde, noyos y arena de moldeo. Generalmente se requiere

de un proceso más sofisticado para eliminar por completo la arena de la pieza. El método más utilizado es el granallado realizado en cabinas de granallado que consiste en el lanzamiento de partículas abrasivas a alta velocidad sobre la pieza fundida para retirar las impurezas (arenas, etc.) presentes en la superficie.



**Figura 2.18:** Piezas antes (izq., centro) y después (der.) del granallado con arena  
(Bref, 2009, Pág. 81)

Separada la mayor parte de la arena, se cortan las partes de metal que no pertenecen a la pieza (canales de alimentación, montantes, etc.).



**Figura 2.19:** Pieza con bebederos  
(Bref, 2009, Pág. 82)

*Golpeado, extracción:* Si se trata de materiales frágiles como fundición gris o fundición maleable blanca, los chaflanes y las mazarotas pueden normalmente retirarse a golpes. Para este procedimiento cada vez se utilizan más equipos hidráulicos.

*Corte:* Para la extracción de piezas macizas de acero al carbono o acero de baja aleación se utiliza un cortador de oxígeno-acetileno. En el caso del acero de alta aleación se utilizan cortadores de oxígeno-acetileno-polvo u oxígeno-GLP-polvo.

*Serrado*: Algunos materiales sensibles al calor, como las aleaciones de aluminio, normalmente se cortan con sierra.

Cabe denotar que si los puntos de conexión se han diseñado correctamente, puede que el bebedero se desprenda incluso durante el desmoldeo, sobre todo en el caso de hierro gris.<sup>5</sup>

### **2.3.8 MAQUINADO**

Después del proceso de limpieza continua el proceso de terminado de la pieza corresponden a todos los procesos que intervienen en el acabado de las piezas por ejemplo para retirar las rebabas que son inevitables se utiliza el método de maquinado llamado rebabado con muela puede ser manual, semiautomático o automatizado.

Otras técnicas utilizadas aparte de las anteriores son:

- *Muela corredera*: Las rebabas y pequeñas cantidades de otros materiales sobrantes de la superficie de la pieza pueden retirarse sin necesidad de recurrir al amolado manual. Las piezas dan vueltas en tambores o contenedores vibrantes junto con otras piezas abrasivas; de este modo rozan unas contra otras y contra las superficies abrasivas. Una técnica muy utilizada consiste en apoyar la pieza sobre un lecho de piedras de amolar piramidales y utilizar una emulsión de agua y jabón. La rugosidad y el tamaño de las piedras de amolar dependen del tamaño de la pieza.
- *Tambor giratorio*: Esta técnica se emplea para extraer las rebabas finas o residuos pequeños del moldeo. Durante el proceso las rebabas se desprenden por sí solas como resultado del impacto entre unas y otras piezas del tambor giratorio con ausencia de aire. Las aristas también se redondean durante el proceso. A veces se utiliza además líquido.





**Figura 2.20:** Rebabas (izq.) y amolado (der.)

(Bref, 2009, Pág. 81)

Los métodos automatizados que pueden encontrarse para el mecanizado de imperfecciones son como por ejemplo el punzonado y el fresado o para corregir defectos se puede utilizar la soldadura.

### **2.3.9 CONTROL DE CALIDAD**

En el control de calidad se comprueba que la pieza acabada cumpla con las exigencias predeterminadas con respecto a las dimensiones, los defectos estructurales del metal o la estructura superficial. Dependiendo del tipo de pieza y del tamaño de la serie el control de calidad puede realizarse por inspección visual, con las correspondientes herramientas de medición, o bien automáticamente.

Una técnica moderna es someter las piezas a análisis de rayos X. Para ello se utiliza un programa informático para realizar las verificaciones basándose en la imagen estándar de una pieza de buena calidad. Si hay muchas diferencias la imagen la estudia y evalúa un operador humano. Mediante análisis espectral se realizan pruebas aleatorias en las aleaciones.

El procedimiento de control de calidad es la base sobre la que se decide si finalmente una pieza debe ser rechazada o si debe seguir su curso hasta llegar al mercado. Las piezas rechazadas van a parar junto con las materias primas de entrada y vuelven a fundirse, serán parte de los denominados retornos de fundición.<sup>5</sup>

## **2.4 MÉTODOS FINAL DEL TUBO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN**

Estos métodos se denominan final del tubo (End-of-pipe) porque se los utiliza al término de cada proceso, aquí se explican tecnologías que sirven para el tratamiento de contaminantes sólidos, líquidos o gaseosos.

### **2.4.1 GASES Y MATERIAL PARTICULADO**

#### **2.4.1.1 Tecnologías de tratamiento de gases**

Hay diversos procesos que las tecnologías emplean en el tratamiento de emisiones gaseosas las cuales son:

- Absorción
- Adsorción
- Incineración
- Condensación

La elección de la tecnología de control depende de los contaminantes que se deben remover, la eficiencia de remoción, las características del flujo contaminante y especificaciones de terreno.

Normalmente, se mezclan dos o más tecnologías de remoción de gases en un solo equipo, siendo las principales tecnologías de remoción las de absorción y adsorción, en tanto que las tecnologías de condensación e incineración son usadas principalmente como pretratamientos.

##### *2.4.1.1.1 Absorción*

Es el contacto íntimo entre una mezcla de gases contaminantes y un líquido tal que uno o más de los componentes del gas se disuelvan en el líquido.

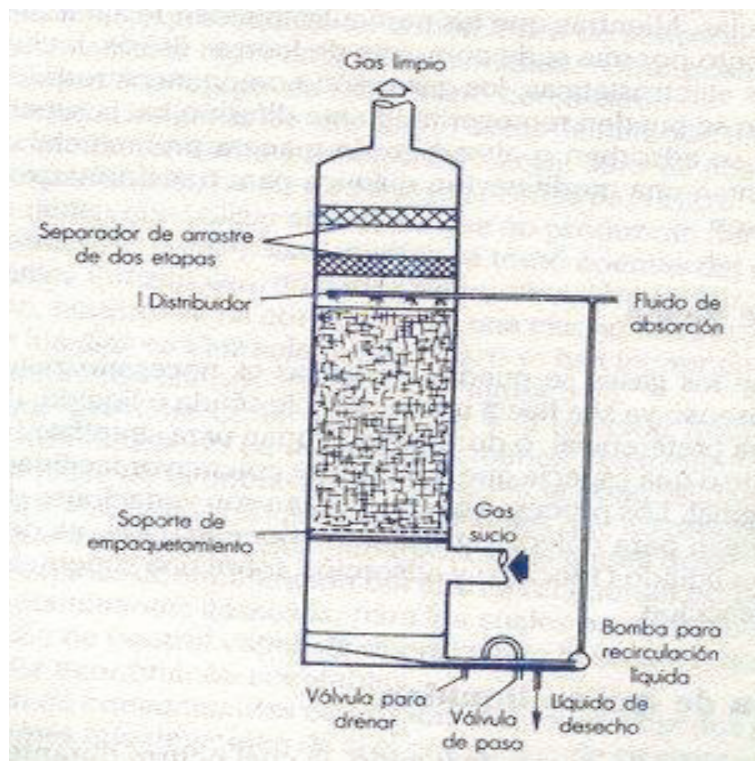
En operaciones de absorción de gases, el equilibrio de interés es aquel que se logra entre el líquido absorbente no volátil (solvente) y un gas soluble (generalmente el contaminante).

Estos sistemas están diseñados para operar en un amplio rango de eficiencias de remoción entre 70 y 99 %. El factor más importante que afecta la eficiencia de



remoción es la solubilidad del contaminante en el líquido, seguido por la temperatura y el pH.

El soluto es removido de su mezcla en relativamente grandes cantidades, por un flujo no soluble en el líquido. Generalmente, se utiliza para la remoción de óxidos de azufre, dentro de un sistema captador de partículas tipo Scrubber húmedo, a la salida del horno de fundición.<sup>3</sup>



**Figura 2.21:** Sistema de tratamiento de gases por absorción  
(<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=467>)

#### 2.4.1.1.2 Adsorción

La adsorción se refiere a procesos donde las moléculas de COV son removidas de la corriente gaseosa al transferirse a la superficie sólida del adsorbente.

Existen dos tipos de procesos de adsorción: adsorción química y adsorción física. La adsorción química no es utilizada en sistemas de control de contaminantes gaseosos por la dificultad que implica su regeneración.

En la adsorción física, la molécula del contaminante es ligeramente retenida en la superficie del adsorbente por débiles fuerzas electrostáticas, de manera que el material puede ser fácilmente regenerado.

El carbón activado es el adsorbente más usado hoy en día para retirar COV, existen tres tipos comunes: granular activado, polvo activado y fibra de carbono. También la sílica gel, zeolita, alúmina y polímeros pueden ser empleados como adsorbentes.

Estos sistemas alcanzan eficiencias de remoción altas, entre 95 y 98% para carbón activado. La regeneración del adsorbente puede ocurrir *in situ* o *ex situ*.

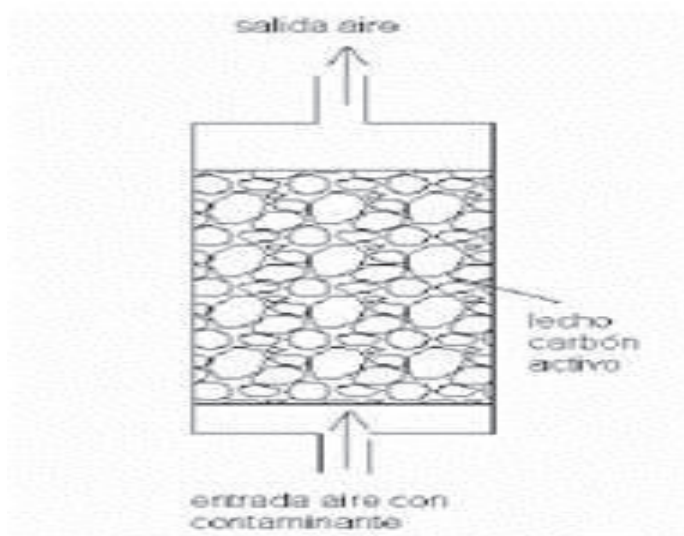
La regeneración involucra el tratamiento de los contaminantes adsorbidos, ya sea por incineración o en algunos casos para su recuperación.

En casos en los que no se considere la regeneración del adsorbente, se deberá disponer del mismo de acuerdo a la legislación, y en la mayoría de los casos como residuo peligroso. La retención de los contaminantes en el adsorbente puede verse afectada por factores tales como la temperatura, la presión, la concentración de los contaminantes, el peso molecular de los contaminantes, la humedad y la presencia de partículas.

Estos sistemas también pueden presentar problemas de explosividad de acuerdo con la concentración y tipo de contaminantes adsorbidos (EPA 2002, Cooper y Alley 2002).<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/396/metodos.html>



**Figura 2.22:** Sistema de tratamiento de gases por adsorción

(<http://www.emison.com/filtros%20de%20carbon%20activo.htm>)

#### 2.4.1.1.3 Incineración

La incineración, también llamada incineración de vapores, es un proceso en el cual el gas que contiene el contaminante es capturado por un sistema industrial de ventilación, precalentado, mezclado y oxidado a altas temperaturas que da como resultado otros compuestos. En el caso de los hidrocarburos orgánicos cuya composición es sólo carbono e hidrógeno, los compuestos resultantes son dióxido de carbono y agua. Sin embargo, si los compuestos orgánicos contienen cloro, flúor o azufre, entonces los productos que se pueden formar serán vapores de ácido clorhídrico, de ácido fluorhídrico o dióxido de azufre y en algunos casos la formación de dioxinas. La formación de óxidos de nitrógeno es también posible durante la incineración. En general, los sistemas de oxidación tienen eficiencias de destrucción mayores al 99 %. Los sistemas de oxidación o incineración pueden dividirse, a su vez, en dos tipos principalmente: oxidación térmica y oxidación catalítica. La eficiencia de un incinerador puede verse afectada por la concentración de los compuestos orgánicos, la temperatura de ignición y el tiempo de residencia o el volumen del catalizador (EPA 2002).

#### *2.4.1.1.4 Condensación*

En este proceso, los contaminantes gaseosos son removidos de la corriente gaseosa mediante el cambio de fase a líquido. Esto se logra incrementando la presión o reduciendo la temperatura o la combinación de ambas, sin embargo considerando los costos de operación y mantenimiento de los equipos de compresión, la mayoría de los sistemas de condensación para tratamiento de aire operan bajo el principio de reducción de temperatura. La eficiencia de remoción de un condensador es generalmente del 90% y radica principalmente en el punto de rocío y en la temperatura de operación.

Existen tres tipos de condensadores: los convencionales, los criogénicos y los de refrigeración. Este sistema es frecuentemente utilizado cuando el contaminante puede ser reusado en el proceso, evitando así el costo de materiales nuevos en el proceso (EPA 2002).<sup>9</sup>

### **2.4.1.2 Equipos para tratamiento de material particulado**

#### *2.4.1.2.1 Ciclones y separadores inerciales*

Separadores inerciales son ampliamente utilizados para recoger partículas gruesas y de tamaño mediano.

Su construcción es simple y la ausencia de partes móviles implica que su costo y mantención son más bajos que otros equipos.

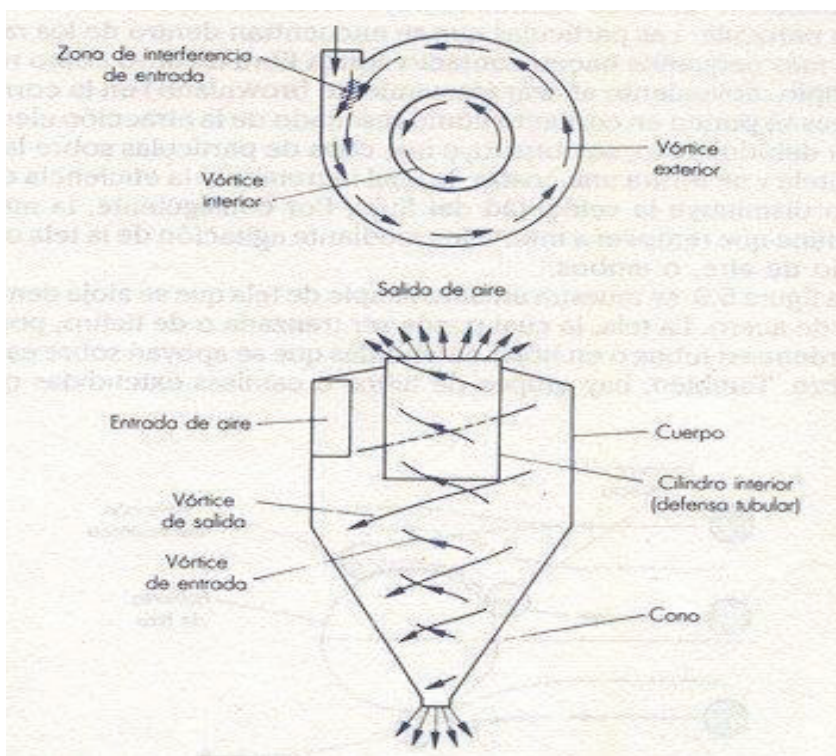
El principio general de los separadores inerciales es el cambio de dirección al cual el flujo de gases es forzado.

Como los gases cambian de dirección, la inercia de las partículas causa que sigan en la dirección original, separándose del flujo de gases.

En la práctica, suele ser bastante más interesante utilizar un arreglo de varios ciclones de diámetro reducido.

Este tipo de equipos reciben el nombre de “Multiciclón” y puede recuperar con buena eficiencia partículas relativamente pequeñas (4 mm y mayores).

Estos equipos pueden usarse como pre-separadores de otros equipos captadores para mejorar el funcionamiento de estos últimos, o bien en el caso de fundiciones se pueden emplear como medio de control de las emisiones de las plantas de arenas.<sup>3</sup>



**Figura 2.23:** Ciclón

(<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=467>)

#### 2.4.1.2.2 Removedores húmedos

Generalmente se utilizan para captar partículas inferiores a 5 mm (las duchas captan sólo partículas gruesas).

Son aptos para trabajar con gases y partículas explosivas o combustibles y/o de alta temperatura y humedad.

Para alta eficiencia con partículas pequeñas se requiere alta energía, lo que implica altas caídas de presión.

En forma parcial son capaces de remover gases, por lo que puede existir un problema de corrosión, y necesitar materiales especiales.

En el caso de las fundiciones, al captar las partículas generan un problema de residuos líquidos, que eventualmente puede llegar a ser peligroso.

#### *2.4.1.2.3 Precipitadores electrostáticos*

Un precipitador electrostático es un equipo de control de material particulado, que utiliza fuerzas eléctricas para mover las partículas fuera del flujo de gases y llevarlas a un colector.

Los precipitadores electrostáticos tienen eficiencias de 99,9% en remoción de partículas del orden de 1 a 10 [mm].

Sin embargo, para partículas de gran tamaño (20 - 30 [mm]) la eficiencia baja, por lo que se requiere de preferencia tener un equipo de pretratamiento, tal como un ciclón o multiciclón.

En general, los precipitadores electrostáticos son utilizados para tratar altos caudales de gases, con altas concentraciones de material particulado, ya que el costo de mantención es elevado y sólo con un alto nivel de funcionamiento supera a otras alternativas más económicas e igual de eficientes (lavadores húmedos).

En el caso de fundiciones, no se justifica debido a la característica de proceso “batch” en que funcionan.

#### *2.4.1.2.4 Filtros de mangas*

Son los sistemas de mayor uso actualmente en la mediana y gran industria, debido principalmente a la eficiencia de recolección y a la simplicidad de funcionamiento.

Las partículas de polvo forman una capa porosa en la superficie de la tela, siendo éste el principal medio filtrante. La selección o verificación de un filtro de mangas, en cuanto a la superficie del medio filtrante, se basa en la “velocidad de filtración”.

Esta velocidad también es conocida como “razón Aire-Tela”.

Una consideración especial debe observarse respecto del punto de rocío del flujo de gases, el que se ve influido por la presencia de  $\text{SO}_3$  en el flujo, ya que se produce la condensación en las mangas y éstas se tapan no permitiendo el filtrado.

Además esta condición de condensación produce corrosión en los metales y más aún si hay presencia de  $\text{SO}_3$ , el que con presencia de humedad se transforma en  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ácido sulfúrico), por lo que también perjudicará por ataque ácido a la mayor parte de los materiales usados en las mangas.



Por otra parte, debe considerarse el eventual peligro de explosión si se trabaja con gases combustibles (ricos en hidrocarburos) o explosivos (CO proveniente de atmósferas reductoras en fundiciones).

Como guía de referencia se presentan las principales características de los sistemas de captación de material particulado en la Tabla N° 2.4.

Adicionalmente, la Tabla N° 2.5 presenta un resumen de las principales ventajas y desventajas de cada sistema.<sup>3</sup>

**Tabla 2.4:** Características de los equipos para tratamiento de material particulado

Tipo	Tamaño de partículas [mm]	Caída de Presión [H <sub>2</sub> O]	Eficiencia Esperada [%]	Temp. Máx. [°C]
Ciclón	> 10	1-3	80 (bajo 20 m)	500
Lavador Venturi	> 0,3-1	15-30	90-99 (bajo 5 m)	250+
Filtros de Mangas	> 0,5-1	1-10	95-99 (bajo 5 m)	200-250
Precipitador Electrostático	> 0,01	0,25-0,5	80-99,99 (bajo 5 mm)	500

Fuente: Air Pollution Control Engineering

(Achs, 2001)

**Tabla 2.5:** Ventajas y desventajas de los equipos de tratamiento de material particulado

Sistema colector	Ventajas	Desventajas
Ciclones y multiciclones	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bajo costo de construcción.</li> <li>-Pocos problemas de mantención.</li> <li>-Bajas caídas de presión.</li> <li>-Limitaciones de temperatura y presión impuestas por el material.</li> <li>-Captación y disposición seca.</li> <li>-Bajo requerimiento de espacio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Baja eficiencia de colección con partículas inferiores a 10 mm.</li> <li>-Incapacidad de manejar materiales pegajosos.</li> </ul>
Scrubbers húmedos	<ul style="list-style-type: none"> <li>-No hay fuentes secundarias de polvos.</li> <li>-Bajo requerimiento de espacio.</li> <li>-Capacidad para captar gases y partículas.</li> <li>-Bajo costo de capital.</li> <li>-Capacidad de manejar flujos de altas temperatura y humedad.</li> <li>-Capacidad de captar partículas finas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Crea problemas de RILES.</li> <li>-Producto se capta húmedo.</li> <li>-Problemas de corrosión.</li> <li>-Altos requerimientos de potencias.</li> <li>-Alto costo de mantención.</li> </ul>
Precipitadores electrostáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Altas eficiencias de captación de partículas.</li> <li>-Captación y disposición seca.</li> <li>-Bajas caídas de presión</li> <li>-Diseñados para funcionamiento continuo.</li> <li>-Bajos costos de operación.</li> <li>-Capacidad de operar a altas temperaturas.</li> <li>-Grandes caudales de gases a tratar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Alta Inversión.</li> <li>-Sensible a cambios en el flujo a tratar (Caudal, temperatura, cargas, concentraciones, etc.)</li> <li>-Gran requerimientos de espacio.</li> <li>-Peligro de explosiones con flujos combustibles.</li> <li>-Producción de ozono en electrodo negativo.</li> <li>-Alto costo de mantención.</li> </ul>
Filtros de Mangas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Alta eficiencia de captación de partículas finas.</li> <li>-Operación simple.</li> <li>-Insensible a cambios en el condiciones del flujo de gases.</li> <li>-Problemas de corrosión.</li> <li>-No hay peligros de explosión con flujos combustibles.</li> <li>-Son compactos y fáciles de instalar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sensibles a temperaturas del flujo.</li> <li>-Requerimiento medio de energía (caída de presión).</li> <li>-Vida de las mangas decrece con la temperatura de trabajo.</li> <li>-Altos requerimientos de mantención.</li> </ul>

(Achs, 2001)

## 2.4.2 TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

Procesos para purificar las aguas residuales comprenden las siguientes etapas:

- Separación de sólidos y líquidos, mediante sedimentación o flotación.
- Deshidratación para reducir la humedad contenida en los sólidos.

El volumen del fango puede reducirse de forma importante mediante la eliminación de parte del agua. El transporte de fangos puede ser uno de los costos más importantes; por ello, un leve aumento de la concentración de sólidos puede producir



un ahorro importante.<sup>3</sup>

### **2.4.3 ELIMINACIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Dentro de las industrias de fundiciones, tanto ferrosas como no ferrosas, la eliminación y disposición de residuos sólidos se ha tratado de hacer de la manera más eficiente posible.

Dado que los residuos sólidos son bien conocidos:

- Polvos provenientes de sistemas de tratamiento de particulado.
- Escorias.
- Arenas de descarte.
- Lodos provenientes de tratamiento de residuos líquidos (si existe).

De estos residuos, los que se pueden reciclar, tanto interna como externamente, son las arenas residuales, algunas escorias y los montantes, canales de alimentación y las rebabas. La tecnología utilizada actualmente trata de devolver los metales que todavía se pueden elaborar al proceso original en el horno. De esta manera, se recuperan materias primas a partir de los residuos. Existen tecnologías de depuración de arenas, recuperación de metales a partir de la escoria, pero son imposibles de aplicar en una sola empresa debido a su alto costo.

La escoria tiene muchos usos comerciales y raramente se desecha. A menudo se vuelve a procesar para separar algún otro metal que contenga.<sup>10</sup>

Una vez agotadas las opciones de reciclaje, es necesario realizar un análisis químico para determinar la peligrosidad de los residuos y poder definir el lugar de disposición más adecuada según la normativa distrital vigente, aunque la National Slag Association de los Estados Unidos, de acuerdo a los estudios físicos y químicos realizados a hornos de arco eléctrico y hornos de afinado, asegura que las escorias son productos que no atentan contra la vida humana ni vegetal, es por eso que recomiendan el uso de las mismas en el campo de la construcción.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:78533/componente78531.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:78533/componente78531.pdf); pág. 4

<sup>11</sup> <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/955/1/CD-1416.pdf>, pág.18

## **CAPÍTULO 3**

### **ESTUDIO DE NORMAS AMBIENTALES APLICABLES AL SECTOR DE FUNDICION DE METALES DEL DMQ**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

Normas ambientales establecidas para el sector de fundición de metales en si en el Ecuador no hay, pero se ha encontrado normas para el sector ambiental que se pueden aplicar a la fundición de metales, como por ejemplo las TULAS, donde establecen límites máximos de emisiones contaminantes establecidos para hornos cubilote y de arco eléctrico.

Dentro del estudio ambiental las normas que se pueden utilizar para el sector de fundición son:

- Ordenanza Metropolitana del DMQ No.404
- TULAS ( Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria)
- Normas Técnicas de Calidad Ambiental para el Distrito Metropolitano de Quito
- ISO 14001
- INEN 663
- NORMA NTE INEN 2266
- NORMA NTE INEN 439
- NORMA NTE INEN 802
- ORDENANZA DE ZONIFICACIÓN No 331

#### **3.2 ORDENANZA METROPOLITANA DEL DMQ NO.404**

Buscando saber qué requisitos debe cumplir el sector de fundición a nivel artesanal para obtener permisos de funcionamiento ambiental en Quito se encontró la ordenanza metropolitana N° 404 y su instructivo de aplicación emitido por la secretaria del ambiente que sirve para la aplicación del subsistema de evaluación de impactos ambientales y control ambiental.

Es importante conocer esta Ordenanza para saber que documentos necesitan un taller de fundición respecto al medio ambiente, el sector de fundición esta categorizado en impactos significativos altos, esta categoría corresponde a proyectos, obras que a criterio de la Autoridad Ambiental Distrital, de acuerdo con los

criterios y parámetros establecidos, tiene la capacidad de generar, en cualquiera de sus fases, impactos o riesgos ambientales significativos altos, cuyo control se rige en la licencia ambiental otorgada.<sup>12</sup>

**Tabla 3.1:** Categorización de actividades según sus impactos

<b>CATEGORÍA DE ACTIVIDADES SEGÚN IMPACTOS</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>DOCUMENTO A OBTENER</b>
Impactos Significativos Altos	Evaluación de Impactos Ambientales	EsIA, EsIA Expost	Licencia Ambiental
Impactos Significativos Bajos	Ficha Ambiental	Ficha de Identificación de Actividades e Impactos	Aprobación de Ficha
Impactos No Significativos	Automático	Cumplimiento de la GPA (inspección Expost)	En el marco de la LUAE
Impactos Mínimos	Ninguno	Ninguno	Ninguno

(Ordenanza Metropolitana Del DMQ No.404, 2012)

En el instructivo de aplicación de la ordenanza 404 se establece que se deben obtener licencias ambientales para otorgar la autorización ambiental para la ejecución de un proyecto, obra o actividad nueva, para que el proyecto en funcionamiento pueda seguir operando.

En el Ministerio del ambiente se especifica que las operaciones de fundición se encuentran categorizadas en el SUIA de la siguiente forma:

<sup>12</sup> ORDENANZA METROPOLITANA DEL DMQ No.404 Pág. 6

**Tabla 3.2:** Categorización de las operaciones de fundición

<b>CÓDIGO CCAN</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b>	<b>CATEGORÍA (I, II, III, IV)</b>
<b>33.1.5</b>	<b>Fundiciones</b>	
<b>33.1.5.1</b>	<b>Construcción y/u operación de fábricas para fundiciones de metales ferrosos</b>	
33.1.5.1.1	Construcción y/u operación de fábricas para fundiciones de hierro y chatarra	IV
<b>33.1.5.2</b>	<b>Construcción y/u operación de fábricas que realizan fundiciones de metales no ferrosos</b>	
33.1.5.2.1	Construcción y/u operación de fábricas para fundiciones de aluminio a presión	III
33.1.5.2.2	Construcción y/u operación de fábricas para fundiciones de no ferrosos (excepto aluminio) a presión	III
33.1.5.2.3	Construcción y/u operación de fábricas para fundiciones de aluminio (excepto a presión)	III
33.1.5.2.4	Construcción y/u operación de fábricas para fundiciones de cobre (excepto a presión)	III
33.1.5.2.5	Construcción y/u operación de fábricas para otras fundiciones no ferrosas (excepto a presión)	III

(SUIA)

Las fundiciones de metales ferrosos se encuentran en la categoría IV y las fundiciones de metales no ferrosos se encuentran en la categoría III.

Para la obtención de la Autorización Administrativa Ambiental de Licencias Ambientales tipo III o IV hay una serie de requisitos que se estipulan en el apartado 6.6.1 del instructivo de aplicación de la ordenanza metropolitana 404 lo cual es establecido para un solo proyecto. En esta ordenanza, se establece que se deberían presentar estudios de impactos ambientales y un plan de manejo ambiental de acuerdo a los términos de referencia que queden estipulados en el ministerio del Ambiente pero cabe recordar que es para un solo proyecto y la realización de este

proceso tendría un costo elevado por la contratación de consultores ambientales, capacitaciones, realización, emisión, aprobación de documentos por el ministerio del ambiente entre otros aspectos que se encuentran en el instructivo de aplicación de la ordenanza 404.

Se deben realizar estudios de impacto ambiental expost para cada proyecto o actividades en funcionamiento.

La licencia ambiental constituye en una herramienta de gestión administrativa por la cual el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, en protección del medio ambiente y de los derechos de los ciudadanos y la naturaleza, autoriza las actuaciones de los adiestradores, obras o proyectos con lleven impactos o riesgos ambientales significativos altos.

La licencia ambiental contendrá lo establecido en el Art. 58 del Acuerdo Ministerial No. 068 del Ministerio del Ambiente:<sup>13</sup>

- Título
- Indicación de la Secretaría de Ambiente
- Aspectos preliminares (facultades legales y jurídicas).
- Nombre del proyecto, obra o actividad regularizada
- Indicación de que la actividad ha sido regularizada y número de registro.
- Las características generales del proyecto.
- Obligaciones ambientales adquiridas para licencia ambiental
- Lugar y fecha de emisión.
- Firma de la autoridad ambiental.

### **3.2.1 NORMAS DE CALIDAD AMBIENTAL**

Estas normas de calidad serán elaboradas por la Autoridad Ambiental Distrital y estas no podrán ser menos estrictas que las normas nacionales, estas normas serán dictadas vía resolución de dicha autoridad. Si no existe información disponible acerca de las normas ambientales es recomendable hacer referencia a normas internacionales.

---

<sup>13</sup> INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN DE LA ORDENANZA METROPOLITANA DEL DMQ No. 404 Pág. 16

### **3.2.2 GUÍA DE PRÁCTICAS AMBIENTALES**

La guía es un instrumento de gestión ambiental, emitido por la Autoridad Ambiental Distrital, que contiene lineamientos básicos que deben ser acatados e implementados por actividades pertenecientes a un determinado sector o actividad productiva.

Los proyectos que no cuenten con una Guía de Prácticas Ambientales, tendrán que acatar al cumplimiento de la Guía de Prácticas Ambientales generales, emitida por la Autoridad Ambiental Distrital.

### **3.3 TULAS**

Se utilizaron las normas ambientales de Texto Unificado de legislación Ambiental Secundario, para emisiones gaseosas, desechos sólidos, contaminación acústica y descarga de efluente recurso agua.

A continuación se va describir cada una de las normas que serán aplicadas para el sector de fundición.

#### **3.3.1 NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN**

##### **3.3.1.2 Requisitos**

Para las fuentes fijas (chimeneas) de emisiones que superen los límites máximos permisibles de dichas tablas, dispondrán de plazos a ser fijados mediante acuerdo entre el propietario u operador de dicha fuente y la Entidad Ambiental de Control, este plazo no puede ser mayor de 5 años.

Todas las fuentes fijas deberán obtener su respectivo permiso de funcionamiento, el cual será renovado con la periodicidad que determine la Entidad Ambiental de Control. Esta última queda también facultada para fijar las tasas que correspondan por la retribución del servicio.

Las fuentes fijas nuevas no podrán instalarse en un área en que las concentraciones de contaminantes comunes del aire ambiente no se encuentren en cumplimiento con la norma de calidad aquí estipulada, o en aquellas áreas en que dichas concentraciones de contaminantes se encuentren cerca de incumplimiento.

Las fuentes fijas nuevas significativas determinarán la altura apropiada de chimenea mediante la aplicación de modelos de dispersión. La altura seleccionada de chimenea deberá considerar el efecto de turbulencia creado por la presencia de edificaciones adyacentes a la chimenea, caracterizándose dicho efecto por la ocurrencia de altas concentraciones de contaminantes emitido previamente junto a la estructura o edificación.

Toda fuente fija de combustión, que experimente una remodelación, una modificación, un cambio total o parcial de combustible, deberá comunicar a la Entidad Ambiental de Control este particular.

Toda fuente fija, deberá comunicar a la Entidad Ambiental de Control cualquier situación anómala, no típica, que se presente en la operación normal de la fuente, y en la que se verificaron emisiones de contaminantes superiores a los valores máximos establecidos en este reglamento.

Si en un taller de fundición existen varias fuentes fijas de emisión se deberá hacer un análisis que se conoce como esquema burbuja y se utilizará la siguiente fórmula que pondere las fuentes fijas presentes en dicho taller.

$$E_{global} = \frac{A1 * E1 + A2 * E2 + \dots + Ai * Ei}{A1 + A2 + \dots + Ai}$$

Ec: 1

(Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión, Tulas, libro VI Anexo 3 Pág. 381)<sup>14</sup>

Dónde:

E global: tasa de emisión global para el conjunto de fuentes fijas de combustión.

Ai: factor de ponderación, que puede ser el consumo de combustible de la fuente número i, o el caudal de gases de combustión de la respectiva fuente número i.

Ei: tasa actual de emisión determinada para cada fuente.

El resultado a obtenerse con la ecuación indicada, representa el equivalente ponderado para un grupo de fuentes fijas de combustión, deberá ser comparado con

---

<sup>14</sup> NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN, TULAS, LIBRO VI ANEXO 3 Pág. 378



el valor máximo de emisión permitida descrito en esta normativa, resultado equivalente para una sola fuente fija de combustión.

### 3.3.1.3 Mediciones de emisiones desde fuentes fijas de combustión

Para las mediciones en el sector de fundición se realizara el siguiente método:

Número de puertos de muestreo: el número de puertos de muestreo requeridos se determinará de acuerdo al siguiente criterio:

Dos (2) puertos para aquellas chimeneas o conductos de diámetro menores 3,0 metros.

Para chimeneas de sección rectangular, se utilizará el diámetro equivalente para definir el número y la ubicación de los puertos de muestreo.

#### 3.3.1.3.1 Diámetro equivalente

Para un conducto o chimenea de sección cuadrada, se define con la siguiente expresión:

$$De = \frac{2LW}{L + W}$$

Ec: 2

(Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión, Tulas, libro VI Anexo 3 pág. 373)

Donde L es la longitud y W el ancho de la sección interior del conducto o chimenea, en contacto efectivo con la corriente de gases.

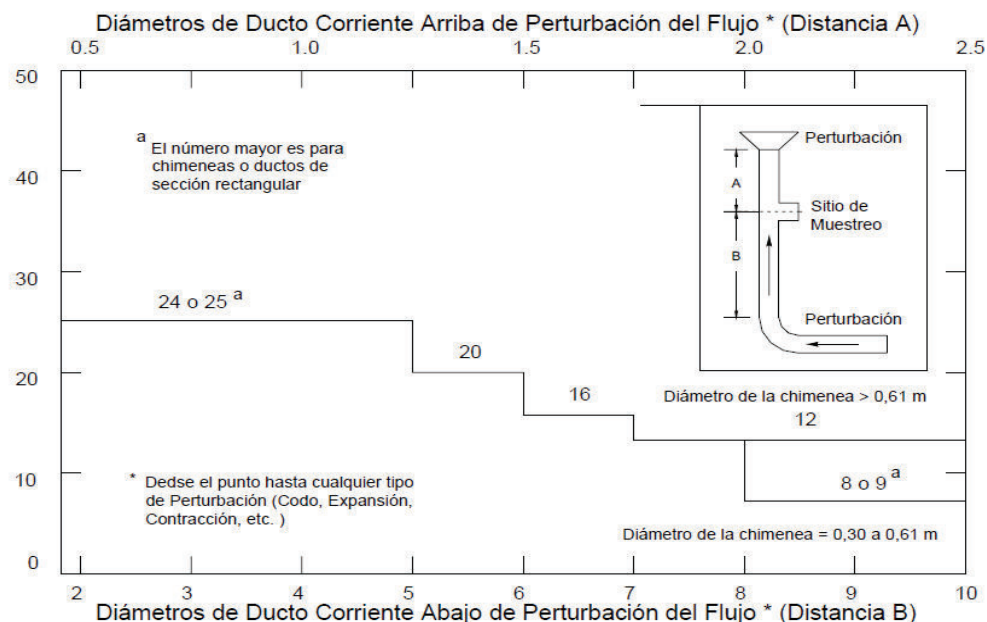
#### 3.3.1.3.1 Ubicación de los puertos de muestreo

Se colocara a una distancia de al menos, ocho diámetros de chimenea corriente abajo y dos diámetros de chimenea corriente arriba de una perturbación al flujo normal de gases de combustión. La perturbación se conoce como cualquier codo, contracción o expansión que posee la chimenea o conducto.

En conductos de sección rectangular, se utilizará el mismo criterio, salvo que la ubicación de los puertos de muestreo se definirá en base al diámetro equivalente del conducto.

Si la chimenea cumple con la condición anterior la norma recomienda ocho (8) puntos de medición para chimeneas o conductos con diámetro, o diámetro equivalente, respectivamente, entre 0,30 y 0,60 metros.

Para el caso de que una chimenea no cumpla con el criterio establecido anterior, el número de puntos de medición se definirá de acuerdo con la siguiente figura.



**Figura 3.1:** Número de puntos de medición de emisiones al aire desde fuentes fijas  
(Tulas Libro Vi Anexo 3, PÁG. 401)

Al utilizar esta figura, se determinarán las distancias existentes tanto corriente abajo como corriente arriba de los puertos de muestreo, y cada una de estas distancias será dividida para el diámetro de la chimenea o conducto, esto a fin de determinar las distancias en función del número de diámetros.

Se seleccionará el mayor número de puntos de medición indicado en la figura, de forma tal que, para una chimenea de sección circular, el número de puntos de medición sea múltiplo de cuatro.

En cambio, para una chimenea de sección rectangular, la distribución de puntos de medición se definirá en base a la siguiente matriz Tabla 3.3.

**Tabla 3.3:** Distribución de puntos de medición para una chimenea o conducto de sección rectangular

NUMERO DE PUNTOS DE MEDICIÓN	DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS
9	3 x 3
12	4 x 3
16	4 x 4
20	5 x 4
25	5 x 5
30	6 x 5
36	6 x 6
42	7 x 6
49	7 x 7

(TULAS, LIBRO VI ANEXO 3)

#### 3.3.1.3.2 Ubicación de los puntos de medición

Para chimeneas de sección circular, el número de puntos de medición, se deberán distribuir, en igual número, a lo largo de dos diámetros perpendiculares entre sí, que estén en el mismo plano de medición al interior de la chimenea o conducto.

La ubicación exacta de cada uno de los puntos, a lo largo de cada diámetro, se determinará según la Tabla 3.4.

Ubicación de los puntos de medición en chimeneas de sección rectangular, para el número de puntos de medición determinado, se dividirá la sección transversal de la chimenea o conducto en un número de áreas rectangulares igual al número de puntos de medición determinado. Luego, cada punto de medición se ubicará en el centro de cada área rectangular definida.

**Tabla 3.4:** Ubicación de puntos de medición en chimeneas o conductos de sección circular

Número de puntos de medición para un diámetro	Número de puntos de medición en un diámetro de chimenea											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
1	14,6	6,7	4,4	3,2	2,6	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1
2	85,4	25,0	14,6	10,5	8,2	6,7	5,7	4,9	4,4	3,9	3,5	3,2
3		75,0	29,6	19,4	14,6	11,8	9,9	8,5	7,5	6,7	6,0	5,5
4		93,3	70,4	32,3	22,6	17,7	14,6	12,5	10,9	9,7	8,7	7,9
5			85,4	67,7	34,2	25,0	20,1	16,9	14,6	12,9	11,6	10,5
6			95,6	80,6	65,8	35,6	26,9	22,0	18,8	16,5	14,6	13,2
8				96,8	85,4	75,0	63,4	37,5	29,6	25,0	21,8	19,4
9					91,8	82,3	73,1	62,5	38,2	30,6	26,2	23,0
10					97,4	88,2	79,9	71,7	61,8	38,8	31,5	27,2
11						93,3	85,4	78,0	70,4	61,2	39,3	32,3
12						97,9	90,1	83,1	76,4	69,4	60,7	39,8
13							94,3	87,5	81,2	75,0	68,5	60,2
14							98,2	91,5	85,4	79,6	73,8	67,7
15								95,1	89,1	83,5	78,2	72,8
16								98,4	92,5	87,1	82,0	77,0
17									95,6	90,3	85,4	80,6
18									98,6	93,3	88,4	83,9
19										96,1	91,3	86,8
20										98,7	94,0	89,5
21											96,5	92,1
22											98,9	94,5
23												96,8
24												98,9

Nota:

Valores como porcentaje del diámetro de la chimenea, y a ser contados desde la pared interior de la chimenea hasta el punto de medición.

(Tulas, Libro Vi Anexo 3)

**Tabla 3.5:** Los límites máximos permisibles de emisiones al aire para fundición de metales

<b>CONTAMINANTE EMITIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>FUENTES EXISTENTES</b>	<b>FUENTES NUEVAS</b>	<b>UNIDADES [1]</b>
Partículas Totales	Cubilotes:			
	de 1 a 5 t/h	600	250	mg/Nm <sup>3</sup>
	mayor a 5 t/h	300	150	mg/Nm <sup>3</sup>
	Arco eléctrico:			
	menor 5 t	350	250	mg/Nm <sup>3</sup>
	mayor 5 t	150	120	mg/Nm <sup>3</sup>

(Tulas, Libro Vi Anexo 3 Pág. 390)

### **3.3.2 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS**

La norma recomienda hacer pruebas de los desechos sólidos para conocer si son desechos peligrosos o especiales, para el caso sin son especiales debe cumplir lo siguiente:

Se prohíbe emplear a menores de edad en la recolección, eliminación o industrialización de desechos sólidos. De igual forma se prohíbe al personal del servicio de aseo urbano efectuar cualquier clase de manipulación o recuperación de desechos sólidos.

Los recipientes para almacenamiento de desechos sólidos en el servicio ordinario deben ser de tal forma que se evite el contacto de éstos con el medio y los recipientes podrán ser retornables o no retornables. En ningún caso se autoriza el uso de cajas, saquillos, recipientes o fundas plásticas.

El espacio y los contenedores destinados al almacenamiento de los desechos sólidos deben mantenerse en perfectas condiciones de higiene y limpieza. Las características de la construcción y las normas que deberán cumplir estos espacios serán fijadas por las municipalidades en coordinación con la empresa prestadora del servicio de recolección de desechos sólidos.

El almacenamiento de los desechos sólidos especiales se hará siempre mediante el uso de elementos apropiados que brinden las seguridades necesarias a fin de evitar derrames o vertidos hacia el exterior, y deberán estar bajo los lineamientos técnicos que establezca en cada caso la entidad de aseo.

### **3.3.2.1 Manipulaciones de los desechos sólidos**

El manejo de desechos sólidos no peligrosos comprende las siguientes actividades:

- Almacenamiento.
- Entrega.
- Barrido y limpieza de vías y áreas públicas.
- Recolección y Transporte.
- Transferencia.
- Tratamiento.
- Disposición final.
- Recuperación.

Para el manejo de los desechos sólidos generados fuera del perímetro urbano de la entidad de aseo, se deberán seguir los lineamientos establecidos en esta norma, como: Almacenamiento, entrega, barrido y limpieza de las vías públicas, recolección, transporte y disposición final.

La disposición final de los desechos sólidos y semi-sólidos se realizará en rellenos sanitarios manuales o mecanizados.

### **3.3.2.2 Almacenamiento de desechos sólidos no peligrosos**

Los usuarios deben depositar los desechos sólidos dentro de los contenedores o recipientes públicos, prohibiéndose el abandono de desechos en las vías públicas, calles o en terrenos baldíos.

Se debe cerrar o tapar los recipientes o fundas plásticas que contengan los desperdicios, para su entrega al servicio de recolección, evitando así que se produzcan derrames o vertidos de su contenido. Si como consecuencia de un deficiente almacenamiento se produjere acumulación de desechos sólidos en la vía pública el usuario causante será responsable de este hecho y deberá realizar la limpieza del área ensuciada.

Todos los edificios de viviendas, locales comerciales, industriales y demás establecimientos, que se vayan a construir, deberán disponer de un espacio de dimensiones adecuadas para la acumulación y almacenamiento de los desechos sólidos que se producen diariamente. El cumplimiento de esta disposición será de responsabilidad de las municipalidades, a través de la Dirección correspondiente.

El almacenamiento de los desechos sólidos especiales se hará siempre mediante el uso de elementos apropiados que brinden las seguridades necesarias a fin de evitar derrames o vertidos hacia el exterior, y deberán estar bajo los lineamientos técnicos que establezca en cada caso la entidad de aseo. En caso de producirse tales vertidos los responsables están obligados a limpiar el espacio público afectado.

La disposición final de los desechos sólidos consiste en colocar los desechos sólidos no peligrosos en un relleno sanitario, en el cual se realizarán procesos de degradación y transformación de los constituyentes que contiene el desecho.

### **3.3.2.3 Desechos peligrosos**

Las industrias generadoras, poseedoras y/o terceros que produzcan o manipulen desechos peligrosos deben obligatoriamente realizar la separación en la fuente de los desechos sólidos normales de los peligrosos, evitando de esta manera una contaminación cruzada en la disposición final de los desechos.

Las industrias generadoras, poseedoras y/o terceros que produzcan o manipulen desechos peligrosos deben obligatoriamente facilitar toda la información requerida a los municipios, sobre el origen, naturaleza, composición, características, cantidades, forma de evacuación, sistema de tratamiento y destino final de los desechos sólidos.

15

### **3.3.3 LIMITES PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTE PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES, Y PARA VIBRACIONES**

Para el sector de fundición se analizará los límites aceptables de niveles de ruido para fuentes fijas y fuentes móviles para ello se tiene la siguiente Tabla 3.6.

---

<sup>15</sup> NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS, TULAS, LIBRO VI ANEXO 6 PÁG. 436



**Tabla 3.6:** Niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo

TIPO DE ZONA SEGÚN USO  DE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

(Libro Vi Anexo 5, Tulas)

Establece que el nivel máximo permisible de ruido para fuentes fijas, en zona industrial de alto impacto, es de 70 decibeles en horario diurno de 6 horas a 20 horas.<sup>16</sup>

### 3.3.4 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES RECURSO AGUA

#### 3.3.4.1 Criterios de calidad para aguas de uso industrial

Se entiende por uso industrial del agua su empleo en actividades como:

- Procesos industriales y/o manufactureros de transformación o explotación, así como aquellos conexos o complementarios.
- Generación de energía y Minería.

Para el uso industrial, se deberán observar los diferentes requisitos de calidad correspondientes a los respectivos procesos, aplicando el criterio de tecnología limpia que permitirá la reducción o eliminación de los residuos (que pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos).

<sup>16</sup> LÍMITES PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTE PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES, Y PARA VIBRACIONES LIBRO VI ANEXO, TULAS 5 PÁG. 120

### **3.3.4.2 Requisitos**

Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista sistema de alcantarillado certificado por el proveedor del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de ésta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua.

Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.<sup>17</sup>

## **3.4 NORMAS TÉCNICAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**

### **3.4.1 NORMA TÉCNICA DE DESECHOS PELIGROSOS Y ESPECIALES**

#### **3.4.1.1 Disposiciones generales**

La gestión de desechos peligrosos y especiales se realizará en función de los lineamientos establecidos en el Reglamento para la prevención y control de la contaminación por sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales emitidos por la Autoridad Ambiental Nacional.<sup>18</sup>

El muestreo y análisis de desechos peligrosos y especiales debe ser realizado por laboratorios acreditados ante el OAE y registrados ante la Autoridad Ambiental Distrital. Los residuos que una vez caracterizados por un laboratorio no cumplieran

---

<sup>17</sup> NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES RECURSO AGUA LIBRO VI ANEXO 1, TULAS, PÁG. 321

<sup>18</sup> RESOLUCIÓN N° 0002-DMA-2008 ART 11, LA DIRECCION METROPOLITANA AMBIENTAL, NORMA TÉCNICA DE DESECHOS PELIGROSOS Y ESPECIALES PÁG 3

con los límites máximos permisibles que constan en las Tablas 3.7 y 3.8 de esta norma deberán ser tratados como residuos peligrosos.

**Tabla 3.7:** Límites Máximos Permisibles en el Extracto Pect (Prueba De Lixiviación)

No. CAS <sup>7</sup>	CONTAMINANTE <sup>8</sup>	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (mg/L)
<b>CONSTITUYENTES INORGANICOS (METALES)</b>		
7440-38-2	Arsénico	5
7440-39-3	Bario	100
7440-43-9	Cadmio	1
7440-47-3	Cromo	5
7439-97-6	Mercurio	0,2
7440-22-4	Plata	5
7439-92-1	Plomo	5
7782-49-2	Selenio	1
<b>CONSTITUYENTES INORGANICOS (METALES)</b>		
94-75-7	Acido 2,4-Diclorofenoxiacetico (2,4-D)	10
93-72-1	Acido 2, 4, 5-Triclorofenoxipropiónico (Silvex)	1
57-74-9	Clordano <sup>8</sup>	0,03
95-48-7	o-Cresol	200
108-39-4	m-Cresol	200
106-44-5	p-Cresol	200
1319-77-3	Cresol	200
121-14-2	2,4-Dinitrotolueno	0,13
72-20-8	Endrin <sup>8</sup>	0,02
76-44-8	Heptacloro y su epóxido	0,008
67-72-1	Hexacloroetano	3
58-89-9	Lindano <sup>8</sup>	0,4
74-43-5	Metoxicloro	10
98-95-3	Nitrobenceno	2
87-86-5	Pentaclorofenol <sup>8</sup>	100
8001-35-2	Toxafeno	0,5
95-95-4	2,4,5-Triclorofenol	400
88-06-2	2,4,6-Triclorofenol	2
<b>CONSTITUYENTES INORGANICOS (METALES)</b>		
71-43-2	BENCENO	0,5
108-90-7	Clorobenceno	100

(NORMA TÉCNICA DE DESECHOS PELIGROSOS Y ESPECIALES)

**Tabla 3.8:** Límites permisibles para extracción de metales pesados en base seca

CONTAMINANTE	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE mg/Kg en base seca
Arsénico	75
Cadmio	85
Cromo	3000
Plomo	4300
Mercurio	840
Níquel	57
Zinc	420

(NORMA TÉCNICA DE DESECHOS PELIGROSOS Y ESPECIALES)

### 3.4.2 NORMA TÉCNICA PARA EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE FUENTES FIJAS

#### 3.4.2.1 Disposiciones generales

Se prohíbe el uso de aceites lubricantes usados como combustible en calderas, hornos u otros equipos de combustión.

En el DMQ serán designadas como fuentes fijas de combustión significativas, todas aquellas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos, gaseosos, o cualquiera de sus combinaciones, cuya potencia calorífica sea igual o mayor a ciento once mil ochocientos cincuenta y cinco vatios (111. 855 W), o, trescientos ochenta y un mil seiscientos sesenta y cuatro unidades térmicas británicas por hora (381. 664 BTU/h), equivalentes a 150 HP.

Para las fuentes fijas que se determinen como fuentes significativas, éstas deberán demostrar cumplimiento con los límites máximos permisibles de emisión al aire, definidos en esta Norma Técnica. Para la aplicación de la presente Norma Técnica las fuentes fijas de combustión se clasifican de la siguiente manera:

- Fuentes fijas que emplean combustibles sólidos
- Fuentes fijas que emplean combustibles líquidos
- Fuentes fijas que emplean combustibles gaseosos
- Generadores eléctricos (Grupos Electrónicos)

- Generadores termoeléctricos

Todos los regulados que dispongan de fuentes fijas significativas deberán realizar programas propios de control interno de emisiones al aire de fuentes fijas de combustión. Los resultados serán reportados a la Autoridad Ambiental Distrital o su delegado, con toda la información requerida en los formatos establecidos por la Autoridad Ambiental Distrital. Las frecuencias mínimas serán las contempladas en la ordenanza vigente.

El monitoreo y caracterización físico – química de las emisiones de fuentes fijas de combustión será realizada única y exclusivamente por los Laboratorios Ambientales que se encuentren registrados por la Autoridad Ambiental Distrital.

Las fuentes fijas no significativas, no estarán obligadas a efectuar mediciones de sus emisiones. Sin embargo, en caso de requerirlo, la Autoridad Ambiental Distrital o su delegado, podrá solicitar la demostración de cumplimiento mediante los siguientes métodos:

El registro interno, y disponible ante la Autoridad Ambiental Distrital, del seguimiento de las prácticas de mantenimiento de los equipos de combustión, acordes con los programas establecidos por el operador o propietario de la fuente, o recomendados por el fabricante del equipo de combustión.

### **REQUISITOS**

Las fuentes fijas de combustión deberán cumplir con los requisitos técnicos mínimos que permitan la ejecución de las mediciones, Toda fuente fija que funcione dentro del Distrito Metropolitano de Quito no podrá emitir al aire cantidades superiores a las indicadas en la Tabla 3.9.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> RESOLUCIÓN N° 0002-DMA-2008 ART 7, LA DIRECCION METROPOLITANA AMBIENTAL NORMA TÉCNICA PARA EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE FUENTES FIJAS Pág. 4

**Tabla 3.9:** Valores máximos permisibles de emisiones al aire para fuentes fijas de combustión

CONTAMINANTE EMITIDO	COMBUSTIBLE UTILIZADO	UNIDADES <sup>(1)</sup>	Valores máximos fuentes fijas antes de Enero del 2003	Valores máximos fuentes fijas después de Enero del 2003
Material Particulado	Sólido	mg/Nm <sup>3</sup>	200	150
	Bunker	mg/Nm <sup>3</sup>	150	150
	Diesel	mg/Nm <sup>3</sup>	150	100
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable	No Aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido	mg/Nm <sup>3</sup>	900	850 550
	Bunker	mg/Nm <sup>3</sup>	700	500
	Diesel	mg/Nm <sup>3</sup>	500	
	Gaseoso	mg/Nm <sup>3</sup>	140	140
Dióxido de Azufre	Sólido	mg/Nm <sup>3</sup>	1650	1650
	Bunker	mg/Nm <sup>3</sup>	1650	1650
	Diesel	mg/Nm <sup>3</sup>	1200	1000
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable	No Aplicable
Monóxido de Carbono	Sólido	mg/Nm <sup>3</sup>	1800	1800
	Bunker	mg/Nm <sup>3</sup>	300	300
	Diesel	mg/Nm <sup>3</sup>	250	200
	Gaseoso	mg/Nm <sup>3</sup>	100	100

Fuente: Autoridad Ambiental Distrital y Norma Nacional

Notas:

(1) mg/Nm<sup>3</sup>: miligramos por metro cúbico de gas, a condiciones normales, mil trece milibares de presión (1.013 mbar) y temperatura de 0 °C, en base seca, y corregidos a 7% de oxígeno (para fuentes fijas de combustión cerrada) y a 18% de oxígeno (para fuentes fijas de combustión abiertas y de proceso).

(Norma Técnica Para Emisiones A La Atmósfera De Fuentes Fijas)

En el Anexo 1 se pondrá las cotizaciones para las mediciones de las emisiones gaseosas, ruido y análisis de desechos sólidos.

### 3.5 NORMA NTE INEN 2266

#### 3.5.1 ETIQUETADO Y CARTELES DE RIESGO

Las etiquetas y carteles de peligro deben cumplir con los requisitos que se establecen en las Normas Técnicas Ecuatorianas INEN correspondientes, y las que a continuación se mencionan:

Para etiquetar un producto peligroso se debe utilizar el sistema de la National Fire Protection Association NFPA, es decir un rombo cuadrangular no menor de 100 mm × 100 mm, dividido en 4 zonas a las cuales les corresponde un color y un número. El color indica el tipo de riesgo existente con el producto y el número indica el nivel de riesgo.

- a) El color azul significa peligro de salud:
  - 0. *Material ordinario*: durante un incendio no genera peligro por combustión.
  - 1. *Ligeramente Peligroso*: puede causar irritación pero solo un daño residual menor.
  - 2. *Peligroso*: Una exposición intensa o continua puede causar incapacidad temporal o daño residual.
  - 3. *Extremadamente peligroso*: Una exposición corta puede causar serio daño temporal o permanente.
  - 4. *Mortal*: Una exposición corta puede causar la muerte o un daño permanente.
- b) El color rojo significa peligro de inflamabilidad:
  - 0. No se quema.
  - 1. Pre calentamiento requerido, punto de inflamación sobre los 930C.
  - 2. Pre calentamiento requerido, punto de inflamación bajo los 930C (puede ser moderadamente calentado o expuesto a altas temperaturas antes de que se combustione).
  - 3. Fácil ignición en casi todo ambiente; punto de inflamación bajo los 380C.
  - 4. Muy inflamable, se vaporiza rápida y completamente bajo condiciones ambientales, punto de inflamación bajo los 23°C.
- c) El color amarillo significa peligro de reactividad:
  - 1. Estable aún bajo condiciones de incendio.



2. Normalmente estable, pero puede ser inestable a temperatura y presión elevada (si se calienta).
  3. Cambio químico violento a elevada presión y temperatura o reacción violenta con agua.
  4. Capacidad de detonación o reacción explosiva si está frente a una fuente de ignición fuerte o confinado bajo calor antes de ignición (golpes y calor lo pueden detonar).
  5. Capacidad de detonación o reacción explosiva a presión y temperatura ambiente.
- d) El color blanco significa peligro especial:
- OXI Material oxidante.
  - ACID Material ácido.
  - ALC Material alcalino.
  - COR Material corrosivo.
  - W Material reactivo con agua.
  - AIR Material reactivo con aire.<sup>20</sup>

### **3.6 NORMA ISO 14001**

Debido a la gran contaminación que existe en nuestro entorno, nació esta norma que evalúa el desempeño ambiental de las organizaciones mediante el control de los impactos de sus actividades, productos y servicios sobre el medio ambiente.

Además el objetivo de esta norma es realizar auditorías ambientales en las organizaciones y buscar mejoras para disminuir los impactos ambientales.

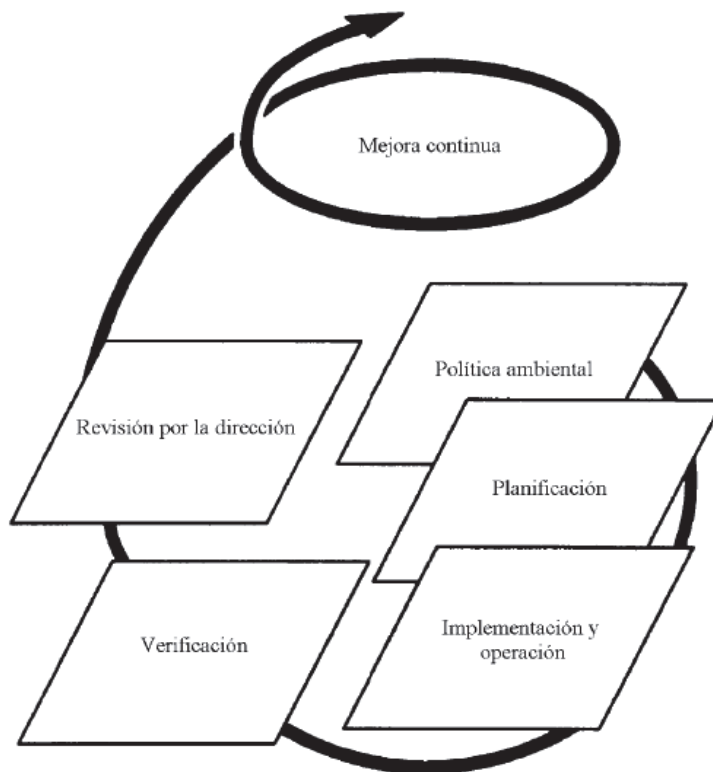
Varias organizaciones han realizado auditorios ambientales con el objetivo de evaluar el desempeño ambiental de la empresa, pero estas auditorías, por sí mismas pueden no ser suficientes para proporcionar a una organización la seguridad de que su desempeño no sólo cumple, sino que continuará cumpliendo los requisitos legales y de su política. Para ser eficaces, necesitan estar desarrolladas dentro de un sistema de gestión que está integrado en la organización

---

<sup>20</sup> NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 439:1984, COLORES, SEÑALES Y SÍMBOLOS DE SEGURIDAD Pág. 9,10

Esta norma internacional sobre gestión ambiental tiene como objetivo facilitar a las organizaciones los requisitos necesarios de un sistema de gestión ambiental (SGA) eficientes que puedan ser integrados con otros requisitos de gestión, para ayudar a las organizaciones a lograr metas ambientales y económicas.

La norma ISO 14001 emplea una metodología coherente conformada por el siguiente diagrama.



**Figura 3.2:** Modelo de SGA para esta norma

(ISO 14001, 2004, PAG. Vii)

La metodología PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) se puede describir brevemente como:

El ciclo inicia con la planificación de las actividades necesarias para la implementación del SGA, en la etapa de hacer consiste en la realización de lo planificado, la etapa de verificar se comprueba el cumplimiento de lo planificado y lo realizado, en el cuarto paso se procede a actuar estableciendo las correcciones necesarias para cumplir lo planificado inicialmente. La etapa final es reiniciar el proceso planificando las actividades necesarias para continuar con la implementación del SGA.

### **3.6.1 SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

#### **APLICACIÓN**

Lo que es importante de esta norma son los siguientes puntos:

- a) Establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión ambiental.
- b) Asegurarse de su conformidad con su política ambiental establecida;
- c) Demostrar la conformidad con esta Norma Internacional por:
  - 1) La realización de una autoevaluación y auto declaración.
  - 2) La búsqueda de confirmación de dicha conformidad por las partes interesadas en la organización, tales como clientes.
  - 3) La búsqueda de confirmación de su auto declaración por una parte externa a la organización.
  - 4) La búsqueda de la certificación/registro de su sistema de gestión ambiental por una parte externa a la Organización.<sup>21</sup>

#### **3.6.2 DEFINICIONES**

##### **Aspecto ambiental**

Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente

##### **Impacto ambiental**

Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización

##### **Sistema de gestión ambiental SGA**

Parte del sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su política ambiental y gestionar sus aspectos ambientales.

##### **Desempeño ambiental**

Resultados medibles de la gestión que hace una organización de sus aspectos ambientales.

##### **Política ambiental**

Intenciones y dirección generales de una organización relacionadas con su desempeño ambiental, como las ha expresado formalmente la alta dirección

---

<sup>21</sup> ISO 14001:2004, NORMA INTERNACIONAL, Traducción Certificada ISO 14001; Pág.1

REQUISITOS GENERALES	La organización deberá establecer, documentar, mantener y mejorar un sistema de gestión ambiental en donde se pretende mejorar el desempeño ambiental.	
POLÍTICA AMBIENTAL	Se debe definir la política ambiental en la organización y debe ser comunicada a todas las personas que trabajan para la organización.	
PLANIFICACIÓN	ASPECTOS AMBIENTALES	La organización debe identificar estos aspectos ambientales y sobre todo los que pueden influir en el SGA, es decir los que pueden producir impactos ambientales.
	REQUISITOS	Estos requisitos que la organización respalda se deben tener en cuenta en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su SGA.
	OBJETIVOS, METAS Y PROGRAMAS	Estos tres elementos debe definir la empresa siempre y cuando sean viables a la organización como el fin de mejorar su SGA.
IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN	RECURSOS, FUNCIONES, RESPONSABILIDAD	Estos recursos deben ser esenciales para establecer, implementar y mejorar el SGA, las funciones y responsabilidades se deben definir, documentar para facilitar una gestión ambiental eficaz.
	COMPETENCIA, FORMACIÓN	Es importante que las personas que trabajan en la organización estén informadas de la mejora del SGA que se está aplicando en la empresa.
	COMUNICACIÓN	La comunicación por lo general es

		interna en la organización y consiste en la información acerca de sus aspectos ambientales significativos y debe ser documentada.
	DOCUMENTACIÓN	Esta documentación describe el SGA para la organización, como es el caso de la Ordenanza Municipal 146003.
	CONTROL DE DOCUMENTOS	La documentación debe ser de manera eficiente para asegurar la implementación del SGA.
	CONTROL OPERACIONAL	Se debe planificar aquellas operaciones que estén asociadas con los aspectos ambientales, de acuerdo con su política ambiental.
	PREPARACIÓN Y RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS	La organización debe estar preparada al momento que se presenten accidentes de impactos ambientales para esto debe procedimientos de preparación y respuestas ante una emergencia.
VERIFICACIÓN	SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN	
	EVALUACIÓN	
	NO CONFORMIDAD	
	CONTROL DE LOS REGISTROS	
	AUDITORÍA INTERNA	
REVISIÓN		

**Tabla 3.10:** Requisitos del sistema de gestión ambiental

(ISO 14001: 2004)

REQUISITOS DE UN SGA BASADO EN LA NORMA ISO 14001		
ÍTEM	REQUISITO	RESUMEN
1	Política	Disponer de una política ambiental acorde a la complejidad, y naturaleza de los aspectos e impactos ambientales de la organización con el objetivo de disminuir la contaminación
2	Planificación	Elaborar un plan que satisfaga la política ambiental, incluyendo sus objetivos, es decir establecer qué y cómo se debe hacer y quienes se encargaron de esto
3	Implementación y operación del SGA	La organización de acuerdo con el compromiso existente, deberá tener los recursos necesarios para la implementación del plan elaborado del SGA
4	Verificación	Evaluar el comportamiento ambiental de la organización, manteniendo sus registros y elaborar procedimientos para investigar y corregir las causas de las desviaciones del SGA
5	Revisión	Las revisiones deben ser en tiempos planificados, y sus resultados deben incluir todas las decisiones y acciones tomadas relacionadas con los posibles cambios en la política ambiental como es objetivos, metas y otros elementos del SGA, acorde con el compromiso de mejora continua.

**Tabla 3.11:** Requisitos de un SGA basado en la norma ISO 14001

(ISO 14001, 2004)

Una organización sin un SGA debería, establecer su posición actual con relación al medio ambiente, por medio de una evaluación para considerar todos los aspectos ambientales de la organización como base para establecer el SGA.

### **3.7 NORMA INEN 663 CHATARRA DE FUNDICIÓN**

Esta norma establece la terminología, clasificación y condiciones generales para la comercialización de la chatarra de fundición de origen nacional o importado.

La chatarra de fundición es el material constituido por desperdicios y/o desechos de fundición proveniente de los procesos de fabricación o transformación, o por materiales de fundición en desuso.

### **3.7.1 CLASIFICACIÓN**

Según su forma de presentación:

Chatarra de fundición sin dimensionar: Puede tener cualquier forma, tamaño y peso, compatibles con los medios de transporte usuales.

Chatarra de fundición dimensionada No1: Formada por trozos de un tamaño de 0,5 x 0,5 metros, con un peso individual no mayor de 45kg.

Chatarra de fundición dimensionada No2: Formada por trozos de un tamaño máximo de 0,3 x 0,3 metros, con un peso individual no mayor de 300kg.

Según su contenido de fósforo:

Chatarra de fundición de bajo fósforo: Es la chatarra de fundición proveniente de maquinarias, de automotores, de elementos de ferrocarril y de elementos agrícolas, cuyo contenido de fósforo es inferior al 25%.

Chatarra de fundición de alto fósforo: Es el mismo caso del anterior pero cuyo contenido de fósforo es superior a 25%.

Chatarra de fundición maleable: Es la chatarra de fundición proveniente de máquinas, de elementos de ferrocarril y accesorios para tubos.

Chatarra de fundición aleada: Es la chatarra de fundición proveniente de maquinarias, de automotores y de elementos de ferrocarril.<sup>22</sup>

## **3.8 ORDENANZA DE ZONIFICACIÓN N 331 DEL CONCEJO METROPOLITANO DE QUITO**

El plan de uso ocupacional del suelo (PUSO) es el instrumento de planificación territorial que fija los parámetros y regulaciones y normas específicas para el uso, ocupación, edificación y habilitación del suelo en el territorio del Distrito Metropolitano de Quito.

### **3.8.1 USO INDUSTRIAL**

Es el destino a la elaboración, transformación, tratamiento y manipulación de materias primas para producir bienes o productos materiales.

El suelo industrial se clasifica en los siguientes grupos principales: de bajo impacto, mediano impacto, de alto y alto riesgo.

---

<sup>22</sup> NORMA INEN 663 CHATARRA DE FUNDICIÓN PÁG. 2



Debido a que el sector de fundación está considerado con alto impacto se analizara el suelo industrial de alto impacto.

### **3.8.2 INDUSTRIAL DE ALTO IMPACTO AMBIENTAL Y URBANO:**

Comprende las instalaciones que aún bajo normas de control de alto nivel producen emisiones de combustión, emisiones de ruido, vibración residuos sólidos estas industrias deben ubicarse en áreas específicas establecidas por le PUOS.

### **3.8.3 PARQUES INDUSTRIALES:**

Se considera a la concentración de industrias correspondientes a diferentes tipologías industriales y que, pese a las diversas características de funcionamiento e impactos que generan, pueden implantarse en locaciones específicamente determinadas, siempre y cuando cumplan con las normas de Arquitectura y Urbanismo, Seguridad, Salud y Ambiente.

Para la implantación de industrias en esta modalidad, el PUOS debe definir posibilidades de localización de parques o polígonos industriales en función de un análisis y evaluación del sitio de la localización.

### **3.8.4 REQUISITOS:**

Estas industrias para su funcionamiento deben:

- Obtener el Certificado Ambiental (CA) por Auditorías Ambientales emitido por la Dirección Metropolitana Ambiental, para industrias que se encuentran funcionando y operando.
- Para proyectos o actividades industriales nuevas a implantarse en el DMQ, contarán con la Licencia Ambiental obtenida en base al Estudio de Impacto Ambiental, emitida por la Dirección Metropolitana Ambiental previamente a su construcción y funcionamiento.
- Contar con mantenimiento preventivo y de control de operaciones.
- Cumplir con los lineamientos en materia de riesgo de incendio y explosión señalados en las Normas de Arquitectura y Urbanismo, en el Reglamento de Prevención de Incendios del Cuerpo de Bomberos de DMQ y demás determinadas por el INEN.

- Establecer programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades.
- Observar el retiro establecido por la Dirección Ambiental, cuando su nivel de impacto y peligrosidad lo requiera.<sup>23</sup>

### 3.9 NORMA NTE INEN 439

#### 3.9.1 COLORES, SEÑALES Y SÍMBOLOS DE SEGURIDAD

La siguiente tabla establece los tres colores de seguridad, el color auxiliar, sus respectivos significados y da ejemplos del uso correcto de los mismos.

**Tabla 3.12:** Colores de seguridad y significado



COLOR	SIGNIFICADO	EJEMPLOS DE USO
	Alto Prohibición	Señal de parada Signos de prohibición  Este color se usa también para prevenir fuego y para marcar equipo contra incendio y su localización.
	Atención  Cuidado, peligro	Indicación de peligros (fuego, explosión, envenenamiento, etc.) Advertencia de obstáculos.
	Seguridad	Rutas de escape, salidas de emergencia, estación de primeros auxilios.
	Acción obligada *)  Información	Obligación de usar equipos de seguridad personal. Localización de teléfono.
*) El color azul se considera color de seguridad sólo cuando se utiliza en conjunto con un círculo.		

(INEN 439, 1984)

La Tabla establece las formas geométricas y sus significados para las señales de seguridad.

<sup>23</sup> ORDENANZA DE ZONIFICACIÓN N 331 DEL CONCEJO METROPOLITANO DE QUITO PÁG 6, 7

**Tabla 3.13:** Colores de Seguridad

SEÑALES Y SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	<p>Fondo blanco círculo y barra inclinada rojos. El símbolo de seguridad será negro, colocado en el centro de la señal, pero no debe sobreponerse a la barra inclinada roja. La banda de color blanco periférica es opcional. Se recomienda que el color rojo cubra por lo menos el 35% del área de la señal.</p>
	<p>Fondo azul. El símbolo de seguridad o el texto serán blancos y colocados en el centro de la señal, la franja blanca periférica es opcional. El color azul debe cubrir por lo menos el 50% del área de la señal. Los símbolos usados en las señales de obligación, establecen tipos generales de protección. En caso de necesidad, debe indicarse el nivel de protección requerido, mediante palabras y números en una señal auxiliar usada conjuntamente con la señal de seguridad.</p>
	<p>Fondo amarillo. Franja triangular negra. El símbolo de seguridad será negro y estará colocado en el centro de la señal, la franja periférica amarilla es opcional. El color amarillo debe cubrir por lo menos el 50% del área de la señal.</p>
	<p>Fondo verde. Símbolo o texto de seguridad en blanco y colocada en el centro de la señal. La forma de la señal debe ser un cuadrado o rectángulo de tamaño adecuado para alojar el símbolo y/o texto de seguridad. El fondo verde debe cubrir por lo menos un 50% del área de la señal. La franja blanca periférica es opcional.</p>

(INEN 439, 1984)

En el (ver Anexo 2) se indicara las señales de prohibición, obligación, advertencia y seguridad<sup>24</sup>

### 3.10 NORMA INEN 802

#### 3.10.1 EXTINTORES PORTATILES SELECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EN EDIFICACIONES

El sector de fundición se considera un riesgo de fuego de clase A, debido a que el fuego es producido por materiales sólidas, generalmente de naturaleza orgánica, cuya

<sup>24</sup> NORMA NTE INEN 439 COLORES, SEÑALES Y SÍMBOLOS DE SEGURIDAD

Combustión da lugar normalmente a la formación de llama.

Entonces los riesgos de fuego de clase A están presentes en casi toda edificación y para casi todo uso. El extintor se considera solamente un medio inicial de lucha contra el fuego.

La cantidad total de unidades de extinción clase A para determinada área, debe determinarse multiplicando el área en metros cuadrados, por el factor 0,065.

En todo caso, no debe tomarse inferior a 26 A, que corresponde a 2 extintores clase 13 A, y a 400 m<sup>2</sup> de superficie.

Sin embargo, en el caso de áreas menores, que no excedan 100 m<sup>2</sup>, el extintor mínimo deberá ser 13 A.

### **3.10.1.2 UBICACIÓN**

Los extintores de incendios deben estar colocados visiblemente donde estén fácilmente accesibles y a disposición inmediata en caso de incendio.

Los extintores de incendios deben estar colocados a lo largo de las vías normales de desplazamiento, incluyendo las salidas de las áreas.

Los extintores de incendios no deben estar obstruidos ni ocultos a la vista.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> NORMA NTE INEN 802 EXTINTORES PORTATILES SELECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EN EDIFICACIONES Pág. 3, 5

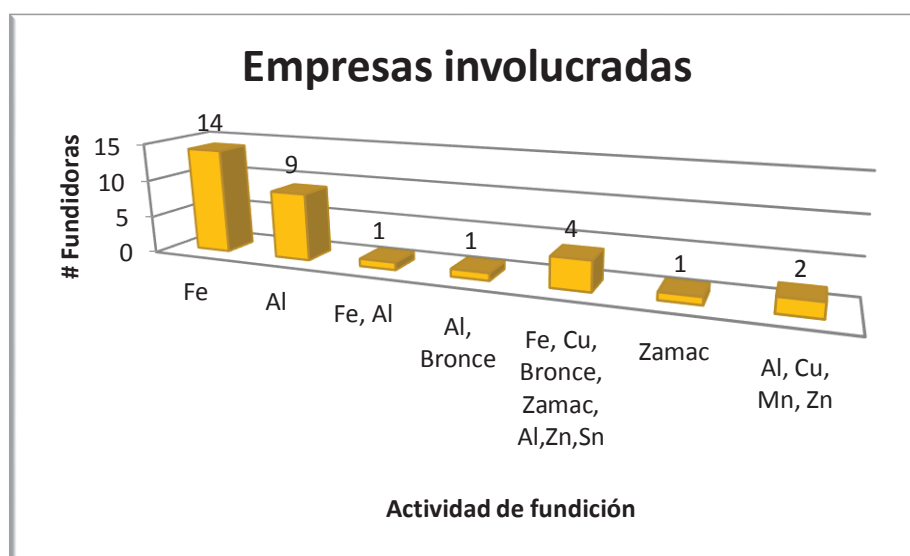
## CAPÍTULO 4

### DIAGNÓSTICO SITUACIONAL A LAS FUNDIDORAS ARTESANALES DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

#### 4.1 INTRODUCCIÓN

Se ha obtenido un listado de empresas fundidoras en Quito de La tesis: “COMPETITIVIDAD EN LA INDUSTRIA DE LA FUNDICIÓN DE PIEZAS METÁLICAS EN ECUADOR”. En Quito hay alrededor de 36 empresas fundidoras (ver Anexo 3) cada una de ellas descrita con los metales que funde como: Fe, Al, Cu etc. En este listado se encuentran empresas como ADELCA, NOVACERO, FUNDICIONES JCR, FUNDIEC S.A. FUNDICIONES DEL ECUADOR. Estas empresas denegaron el acceso a una entrevista, además son empresas grandes que deben tener su propio departamento de regularización ambiental por tales motivos se descartan y se tomaran en cuenta a 32 fundidoras en Quito.

Las empresas fundidoras según el metal que funden se encuentran distribuidas de la siguiente forma:



**Figura 4.1:** División de fundidoras por sus actividades

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

La mayoría de fundidoras se ocupan en la fundición de Fe y Al, no hay fundidoras que se ocupen de la fundición de plomo. Casi todas las empresas se encuentran localizadas a los extremos de la ciudad es decir en el sector industrial tanto Norte como Sur, con excepción de pocas fundidoras.

## **4.2 INFORME DE LAS VISITAS A CADA FUNDIDORA**

Para poder realizar el diagnóstico situacional del sector de fundición de metales en el DMQ se formuló una encuesta, la misma que se encuentran en el Anexo 5, la cual fue aplicada con visitas a cada establecimiento, esta encuesta ayudo a documentar la situación o la realidad de las fundiciones de metales así como también sus características, procesos productivos, generación de residuos, condiciones laborales, ambientales y poder hacer un análisis de las mismas, a más de ello, este cuestionario sirve para obtener la información necesaria para realizar el diseño del taller de fundición que se desarrollará en el siguiente capítulo.

Las fundidoras que dieron la cabida a visitas pertenecen a la AFME, no todas las fundidoras en Quito pertenecen a esta asociación.

El resultado de las visitas se encuentra a continuación:

### **4.2.1 EMPRESA 1**

#### **4.2.1.1 Información general:**

- Zona: Industrial Norte
- Número de empleados: 6
- Años de funcionamiento: 20 años
- Metales que funde: Fe, bronce, Al, Cu, Zamac
- Máxima cantidad mensual de metal fundido: 20 Toneladas
- Productos que fabrica: Pesas, carcasas para lámparas de iluminación, tapas y rejillas de alcantarillado, tambores y discos de freno, piñones, poleas, chumaceras.
- Gestión Ambiental: posee un GPA

#### **4.2.1.2 Descripción de cada área.**

Según las entrevistas y las observaciones realizadas los procesos y áreas se encuentran descritas como:

**Tabla 4.1:** Flujo de Procesos Empresa 1

Flujo de procesos	Áreas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traer la materia prima y almacenarse 4 días antes (previamente pesadas).</li> <li>• Moldeo en arena</li> <li>• Preparación del Horno (refractario)</li> <li>• Carga al horno (Chatarra, carbón, caliza)</li> <li>• Colado dejando reposar el molde por 1 día</li> <li>• Desmoldeo</li> <li>• Terminado</li> <li>• Control de calidad (Visual)</li> <li>• Pintado</li> <li>• Salida</li> </ul>	<p>Oficina</p> <p>Almacenamiento (coque, arena, ladrillos, chatarra)</p> <p>Maquinado y bodega</p> <p>Limpieza</p> <p>Moldeo</p>

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

**A. Oficina:** esta área no es muy relevante para nuestros estudios por lo tanto la organización que lleven sobre ella queda a discreción de cada propietario de cada fundidora.

**B. Almacenamiento:** los materiales que aquí se depositan son la chatarras de Fe, arena sílice, un poco de modelos y piezas que las envían a arreglar, coque, y ladrillo refractario. Se observan herramientas también como palas escobas y combos acompañadas de una pequeña balanza. La principal desventaja en esta área es el almacenamiento al descubierto de algunas materias primas. Como se lo observa a continuación:



**Figura 4.2:** Área de almacenamiento

(Fundidora 1)

**C. Maquinado y bodega:** en la bodega se encontraron tanques de CO<sub>2</sub>, modelos, cajas de herramientas, cajas de tornillos etc. como herramientas hay picos, palas, un motor eléctrico una soldadora, un compresor, taladros y amoladoras es decir se guardan una serie de objetos, pero a más de ellos encontramos también piezas de fundición sin limpiar y sin bebederos por lo tanto aquí se guarda todo lo que se pueda.



**Figura 4.3:** Bodega

(Fundidora 1)



En la parte del maquinado se puede encontrar un torno, 2 esmeriles, 1 soldadora, 1 taladro, cajas de herramientas, limas, llaves de pico etc. pero también notamos que en esta área, se fabrican las cajas para moldes de madera como se observa:



**Figura 4.4:** Área de maquinado

(Fundidora 1)

**D. Limpieza:** después de que se extrae la pieza del molde se lleva a las piezas moldeadas a esta área para quitarle los bebederos y las arenas residuales y se observa que también se las pinta con gasolina y se las da el acabado final y también se quedan aquí piezas que sobran o no se venden. Se observan que hay combos, amoladoras cepillos y puntas metálicas.



**Figura 4.5:** Área de limpieza

(Fundidora 1)

**E. Moldeo:** esta es el área más importante de la fundidora y también la más crítica ya que aquí se generan la mayoría de contaminantes ambientales que se pueden observar. En esta área se elaboran los moldes y se funde los metales, Los equipos que existen en esta área son:

2 cubilotes (solo uno en funcionamiento)



**Figura 4.6:** Horno cubilote

(Fundidora 1)

1 horno de fosa.



**Figura 4.7:** Horno de fosa.

(Fundidora 1)

1 horno de crisol fijo



**Figura 4.8:** Horno de crisol fijo

(Fundidora 1)

A más de ellos hay una máquina mezcladora de rodillos que sirve para triturar y mezclar la arena de moldeo que emplea esta fundidora (moldeo en arena verde) aquí se traen materias primas que se dejaban al inicio en la parte superior tales como arena sílice, ladrillo refractario, bentonita polvo de carbón bituminoso etc.



**Figura 4.9:** Maquina de mezclado de arena

(Fundidora 1)

A más de ellos se pueden observar que se dejan las cajas de moldes en varios lugares siendo las más ordenadas las que se encuentran a los alrededores de las zona donde se elaboran los moldes, aquí también se pueden observar tamices, palas y casilleros donde los trabajadores pueden guardar sus EPIs pero estos casilleros se encuentran en mal estado.

## 4.2.1.3 Observación de contaminantes

Tabla 4.2: Contaminantes Empresa 1

Emisiones atmosféricas	Residuos sólidos	Ruido	Residuos Líquidos	Condiciones de trabajo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polvos por almacenamiento descubierto (viajan con viento)</li> <li>• MP, y humos que salen a la atmósfera del horno cubilote, tanto por la chimenea como por las bocas inferiores del horno.</li> <li>• No hay un sistema de tratamiento de gases en el horno que está en funcionamiento.</li> <li>• Vapores al momento del colado en arena.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restos de arenas y pocos escombros de ladrillo, coque y chatarras en almacenamiento.</li> <li>• Arenas de descarte quemadas (muy pequeñas cantidades)</li> <li>• Virutas de metal y madera</li> <li>• Escoria, pedazos de ladrillo refractario</li> <li>• Mezcla de escorias, escombros y polvo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No había ruidos de molestia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un área en que la chatarra esta descubierta y cuando llueve el agua viaja con el óxido del metal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pisos de tierra y polvo en almacenamiento de chatarra</li> <li>• Revisar protecciones de instalaciones eléctricas del ventilador del horno</li> <li>• Sin demarcación de áreas</li> <li>• Falta de orden y aseo</li> </ul>

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

## 4.2.2 EMPRESA 2.

### 4.2.2.1 Información general:

- Zona: Industrial norte
- Número de empleados: 7
- Años de funcionamiento: 20 años
- Metales que funde: Fe
- Máxima cantidad mensual de metal fundido: 6 Toneladas
- Productos que fabrica: tapas y rejillas de alcantarillado
- Gestión Ambiental: Ha realizado EsIA Expost y ha aplicado un sistema de tratamiento de gases establecido en el PMA elaborado por sus consultores ambientales, pero debido a los costos que para el dueño representaba y la remoción del local que tuvo que realizar ha dejado de realizar estos estudios.
- Otra observación importante es que el laboratorio que realizaba las mediciones de los gases ya no quisieron realizar este trabajo ya que los equipos se les dañaban.

### 4.2.2.2 Descripción de cada área

Según las entrevistas y las observaciones realizadas los procesos y áreas se encuentran descritas como:

**Tabla 4.3:** Flujo de Procesos Empresa 2

Flujo de procesos	Áreas
Entrada a patio de chatarra	Moldeo
Rotura de chatarra con combo	Acopio de chatarra.
Se lleva a carga del horno	Acopio de carbón
Se moldea en el patio de moldeo	Horno
Funde el metal	terminados
Colado de piezas (reposo por 1 día)	torno
Se sacan las piezas	
Terminado (desbaste, torneado)	
Entrega	

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)



**A. Moldeo:** este taller cuenta con un área de moldeo grande en donde se encuentran maquinas que deberían estar en otras áreas como por ejemplo compresores de pintura, podemos observar también moldes ya hechos y montones de arena que se están utilizando para el moldeo, conjunto con bentonita y polvo de carbón. También se puede observar un tanque de CO<sub>2</sub>, herramientas que se utilizan para el moldeo (conos, tubos para bebederos, apisonadores de metal, tamices, combos), cajas de moldes metálicas y de madera. Entre los equipos que más se destacan encontramos mezcladores de arena y una moldeadora neumática pero en desuso. Una debilidad fuerte de esta área es el desorden y la ubicación de equipos en esta área que deberían ubicarse en otras áreas donde corresponde su utilización.



**Figura 4.10:** Área de moldeo

(Fundidora 2)

**B. Acopio de chatarra:** en esta sección del acopio de chatarra ocurre un caso especial ya que a la entrada al taller existe un amontonamiento de chatarra como se observa en la siguiente figura:



**Figura 4.11:** Acopio de chatarra N° 1  
(Fundidora 2)

Y también se realiza otro acopio de chatarra cerca del horno donde se realiza también el corte de la chatarra ya que se observan combos que sirven para cortar la misma como se observa en la figura:



**Figura 4.12:** Acopio de chatarra N° 2  
(Fundidora 2)

Esta área se puede considerar como la más crítica ya que todo se encuentra mezclado con las escorias, escombros de metal coque, área de moldeo y acopio de coque N°2 etc. y no puede haber un flujo de trabajo con la suficiente ergonomía que se requiere para que los trabajos comprendidos en estas áreas sea eficiente como se observa en la siguiente figura:



**Figura 4.13:** Pasillo hacia área de moldeo

(Fundidora 2)

**C. Acopio de carbón:** se trata del almacenamiento de carbón coque y sucede lo mismo con el acopio de chatarra es decir tiene dos secciones donde ambas son críticas ya que en la entrada del taller (acopio de carbón N°1) se encuentra el carbón regado con un incorrecto almacenamiento y el acopio de carbón coque N° 2 se encuentran cerca del horno y de el acopio de chatarra con los costales descuidados por lo tanto ya se denota que una gran debilidad y es la organización de las materias primas y el espacio reducido con el que cuentan.



**Figura 4.14:** Acopio de coque N°1 (izq.) y N°2(der.)

(Fundidora 2)

**D. Horno:** el horno se encuentra en una zona crítica donde se encuentran también amontonadas chatarra, coque, montones de escoria, ladrillo. También



vemos que aquí hay materiales como cayanas, porta cayanas, palas, picos combos y 1 mazo. Lo innovador de este horno es que posee un ascensor para colocar la chatarra a la entrada del horno. Se observó que cuando se encontraban en el interior del horno se limpiaba el refractario quemado y desgastado y generaba una buena cantidad de escombros.



**Figura 4.15:** Horno  
(Fundidora 2)

**E. Terminados:** en esta área se traen las piezas fundidas para terminarlas, limpiándolas y proceder al retiro de las rebabas y desbastarlas, identificando como herramientas principales las amoladoras, aquí también se observó que hay un tanque de tratamiento superficial (Sand blasting pero no está operando) una roladora, una soldadora y un banco de pruebas para realizar un ensayo de tracción a las piezas.



**Figura 4.16:** Área de terminados

(Fundidora 2)

Aquí se dio un caso especial al momento de la visita ya que identificamos MP en la siguiente fotografía y esto nos ayuda a ver que hay contaminación a la atmosfera de polvos y cenizas producido por materiales no cubiertos para esto la mejor alternativa es organizar el taller y tapar todos los causantes de estos contaminantes. Al lado de esta sección se encuentra una bodega para guardar modelos.



**Figura 4.17:** Evidencia de MP en área de terminados

(Fundidora 2)

**F. Área de torno:** en esta área se encuentra un torno con sus respectivas herramientas una soldadora, una roscadora, una cortadora de disco, lo que se observa es que esta desordenado y es un cuarto pequeño.



**Figura 4.18:** Área de torno  
(Fundidora 2)

## 4.2.2.3 Observación de contaminantes

Tabla 4.4: Contaminantes Empresa 2

Emisiones atmosféricas	Residuos sólidos	Ruido	Residuos Líquidos	Condiciones de trabajo
<ul style="list-style-type: none"> <li>Evidencias de MP sin necesidad de que el horno esté funcionando que se debe al maquinado, cenizas de coque y arena que viajan con el viento</li> <li>No cuentan con sistemas de tratamiento de gases por lo tanto hay MP y gases.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arenas de descarte y pedazos de metal de coladas.</li> <li>Basuras que se mezclan con chatarra y coque, eso repercute en la eficiencia de hornos.</li> <li>Acumulación de escoria y ladrillo desgastado</li> <li>Partículas metálicas producto de maquinado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El ruido influyente es aquel que se produce por las amoladoras ya que la visita se desarrolló en el momento de maquinar tapas de alcantarillas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se observó</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espacio reducido</li> <li>Mezcla de materiales con tierra del piso.</li> <li>Descuido de cableado eléctrico</li> <li>Áreas sin demarcación</li> <li>Orden y aseo deficiente</li> <li>Espacio insuficiente de tránsito.</li> </ul>

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casalighia)

### 4.2.3 EMPRESA 3

#### 4.2.3.1 Información general:

- Zona: Industrial Norte
- Número de empleados: 4
- Años de funcionamiento: 4 años
- Metales que funde: Fe gris, Al, Bronce, Cu, Zamac
- Máxima cantidad mensual de metal fundido: 15 Toneladas
- Productos que realiza: pesas olímpicas y accesorios para alcantarillado, piñones y piezas para maquinaria.
- Gestión Ambiental: No hay medidas de gestión ambiental.

#### 4.2.3.2 Descripción de cada área

Según las entrevistas y las observaciones realizadas los procesos y áreas se encuentran descritas como:

**Tabla 4.5:** Flujo de Procesos Empresa 3

Flujo de procesos	Áreas
Preparación de arena para las moldes	Moldeo
Preparación del horno	Horno
Fundición	terminados
Colado	Bodega (modelos y moldes)
Terminado (pulido, pintado)	
Entrega	

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

**A. Moldeo:** al momento de la visita se encontró al área de moldeo en el momento que habían extraído las piezas de los moldes por lo tanto se observan como se indica a continuación. La arena se encuentra amontonada junto con arena sílice y bentonita observándose también herramientas como palas, picos, cucharas, apisonadoras manuales entre otras herramientas.





**Figura 4.19:** Área de moldeo

(Fundidora 3)

Un equipo importante en esta área es una mezcladora de arena a la cual se la encuentra en buen estado y no se produce desechos el mantenimiento de la misma.



**Figura 4.20:** Mezcladora de arena

(Fundidora 3)

Un dato importante que entrego esta fundidora es que la cantidad de arena de descarte que genera esta fundidora como residuos sólidos es de 1 quintal a los

tres meses, con lo cual se concluye que la cantidad de desechos sólidos en cuanto a arenas de descarte es muy baja.

En la parte posterior del montón de arena se encuentran las cajas para los moldes ya sean metálicas o de madera en forma ordenada y también hay que acotar que no se emiten muchas partículas provenientes de las arenas ya que las dejan aglomeradas para que no suceda tal hecho.



**Figura 4.21:** Cajas de moldes

(Fundidora 3)

**B. Horno:** esta fundidora cuenta con dos hornos ubicados en distintos lugares, el más grande es un horno de cubilote con la cual funde Fe gris y uno pequeño con el que funden otros metales. En esta misma área a un lado se ubican las chatarras y el carbón a utilizarse y los escombros producidos por el resanado del horno con la observación de que se encontraban con montones ordenados y los residuos no ocupaban mucho espacio siendo esta disposición la más organizada entre las fundidoras hasta el momento. Las cayanas, porta cayanas y demás accesorios se ubicaban al otro lado del horno.



**Figura 4.22:** Área de horno (cubilote)

(Fundidora 3)

La ubicación del otro horno se encuentra aledaña al área de terminados si bien está separada del horno de cubilote no cabe duda a que el flujo de procesos es muy ordenado y no habrían problemas en su utilización ya que se encuentra este también cerca al área de moldeo con la facilidad de poder realizar el colado en los moldes de arena.



**Figura 4.23:** Horno para fundir no ferrosos

(Fundidora 3)



Un hecho curioso fue observar ladrillos y bolsas de arena sílice al frente de este horno pero lo más curioso es el ladrillo que tenían que son bloques mejor conservados a diferencia de otras fundidoras pero con la acotación del propietario de que esos ladrillos no eran tan eficientes.



**Figura 4.24:** Sacos de arena y ladrillo refractario  
(Fundidora 3)

**C. Terminados:** este espacio está ocupado por los bordes aledaños a los hornos como se puede observar apenas se extrae la pieza de los moldes se los mueve a esta área sin recorrer nada prácticamente. Aquí las herramientas más importantes son las amoladoras y un taladro, Cuenta con una estantería para colocar uno que otro elemento como gasolina para pintar las piezas u otros que se utilicen en el momento ya que todo se guarda en la bodega.



**Figura 4.25:** Primer extremo del área de terminados  
(Fundidora 3)



**Figura 4.26:** Segundo extremo de Área de terminados  
(Fundidora 3)

**D. Bodega:** aquí se guarda todo lo que se refiere materiales, máquinas y herramientas tales como sacos de bentonita, martillos, combos, cajas de herramientas, 1 soldadora, 1 compresor, amoladoras en incluso se almacenan una serie de modelos para realizar los moldes.



**Figura 4.27:** Bodega  
(Fundidora 3)

## 4.2.3.3 Observación de contaminantes

Tabla 4.6: Contaminantes Empresa 3

Emisiones atmosféricas	Residuos sólidos	Ruido	Residuos Líquidos	Condiciones de trabajo	de
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cuenta con sistema de tratamiento de gases por lo tanto existen MIP y gases.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arenas de descarte muy pocas (1qq a los 3 meses)</li> <li>• Montones de escorias mezcladas con tierra, escombros de ladrillo, pedazos de costales.</li> <li>• Acumulación de ladrillo desgastado</li> <li>• Partículas metálicas por el maquinado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruido provenientes del maquinado con las amoladoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se observó</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta señales de seguridad</li> <li>• Falta demarcación de áreas</li> <li>• Mejorar en cuanto a medidas contra incendios</li> <li>• Un poco más de organización en área de maquinado</li> <li>• Mezcla de maderos en mal estado con arenas de moldeo</li> </ul>	

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

#### 4.2.4 EMPRESA 4

##### 4.2.4.1 Información general:

- Zona: Industrial Norte
- Número de empleados: 2
- Años de funcionamiento: 25 años
- Metales que funde: Al, bronce, Zamac
- Máxima cantidad mensual de metal fundido: 15 quintales de Al, 5 quintales de bronce, ocasionalmente Zamac.
- Productos que realiza: capuchones de Al, ganchos sísmicos para petróleo en bronce y figuras decorativas en Zamac.
- Gestión Ambiental: Tratan de aplicar SGI pero de poco en poco debido a que las instalaciones ya tienen mucho tiempo y han aumentado cosas por lo cual les resulta complejo utilizar este SGI rápidamente.

##### 4.2.4.2 Descripción de cada área.

Según las entrevistas y las observaciones realizadas los procesos y áreas se encuentran descritas como:

**Tabla 4.7:** Flujo de Procesos Empresa 4

Flujo de procesos	Áreas
Recolección de chatarra.	Moldeo
Clasificación de chatarra Al negro del banco.	Hornos
Colocación en el horno de la chatarra.	Bodegas (Moldes /chatarras)
Colado	Maquinados
Corte de vaciaderos	Torno
Pulido	
Entrega	

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

**A. Moldeo:** es una área pequeña al momento se encuentra amontonada la arena porque no se va a moldear pero hay que denotar que se encuentra en un sitio cerrado y es un espacio de moldeo muy pequeño en comparación con las otras fundidoras aquí solo se pueden observar las herramientas para moldear



tales como conos, cajas de moldes apisonadores tubos martillos tamices etc. Otra denotación importante es que el moldeo se lo realiza sobre un piso pavimentado.



**Figura 4.28:** Área de moldeo

(Fundidora 4)

**B. Hornos:** En esta área se encuentran 2 hornos un horno hecho con un tanque metálico y relleno con ladrillo refractario para fundir Al, ya se había observado uno de similar forma en el informe anterior



**Figura 4.29:** Horno para fundir Al

(Fundidora 4)

Otro horno con el que cuenta esta área es un horno de crisol para fundir bronce cabe denotar que este horno era antes basculante pero lo han reducido porque el espacio de esta área es pequeño. La entrada de combustible se da por medio de un tanque a la salida del cuarto conectado por mangueras al horno



**Figura 4.30:** Horno de crisol para fundir bronce

(Fundidora 4)

Los 2 hornos se encuentran aledaños en esta área, el horno para fundir Al cuenta con un tubo de escape de gases con un filtro al final mientras que el horno que se utiliza para fundir bronce no tiene chimenea y deja el escape de los gases en el interior de la habitación en la que se encuentra este horno junto con una chimenea instalada en el techo de este cuarto como se puede observar.



**Figura 4.31:** Chimeneas (izq.) sección de hornos (der.)

(Fundidora 4)

**C. Bodegas:** cuenta con 2 bodegas la primera es en la que se guardan todas las herramientas de moldeo y materiales pero también se guardan los modelos y las piezas terminadas.



**Figura 4.32:** Bodega 1

(Fundidora 4)

La otra bodega solo almacena chatarra de Al, y lo mejor es que no se mezcla con arena ya que se encuentra en un cuarto pavimentado lo que sería indiscutible es mantener limpio este cuarto para poder almacenar la chatarra esto se puede hacer utilizando toda la chatarra y la que sobra almacenarla en otro sitio hasta realizar la limpieza respectiva para después volverla a colocar en este sitio.



**Figura 4.33:** Bodega de chatarra

(Fundidora 4)

El bronce se encuentra en pequeñas cantidades al frente del área de los hornos, la chatarra de bronce que se utiliza proviene de los radiadores de los carros.





**Figura 4.34:** Chatarra de bronce

(Fundidora 4)

**D. Maquinados:** esta área encontramos dos máquinas principales una fresadora y un taladro aparte se utilizan para también otros trabajos así como también maquinar piezas terminadas que se necesiten maquinar



**Figura 4.35:** Maquinados

(Fundidora 4)



E. **Torno:** hay una sección aparte donde solo se ubica un torno en funcionamiento con su respectiva caja de herramientas.



**Figura 4.36:** Torno  
(Fundidora 4)

## 4.2.4.3 Observación de contaminantes

Tabla 4.8: Contaminantes Empresa 4

Emisiones atmosféricas	Residuos sólidos	Ruido	Residuos Líquidos	Condiciones de trabajo	de
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se evidencia la presencia de humos y cenizas en el cuarto del horno de crisol más específicamente COV porque sus paredes están manchadas de Hollín</li> <li>• No hay chimenea en horno de crisol</li> <li>• En horno de Al se observa un filtro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viruta en el área de torno</li> <li>• Mezcla de chatarra de Al con otras basuras porque se observa residuos plásticos, cartones pequeños pedazos de madera y sacos de arena en el mismo sitio de almacenaje del Al</li> <li>• Escombros de ladrillos y cenizas aledañas a los hornos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se encontraban maquinando por eso no se encontró algún ruido molesto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se observó</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y aseo deficiente</li> <li>• Espacio de trabajo pequeño</li> <li>• No hay demarcación de áreas</li> <li>• Faltan poner más señales de seguridad</li> <li>• Revisar estado de cableado eléctrico.</li> </ul>	

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

## 4.2.5 EMPRESA 5

### 4.2.5.1 Información general:

- Zona: Industrial Norte
- Número de empleados: 3
- Años de funcionamiento: 5 años
- Metales que funde: Fe
- Máxima cantidad mensual de metal fundido: 24 Toneladas
- Productos que realiza: Tapas de alcantarilla, sumideros, rejillas, hidrantes.
- Gestión Ambiental: Se encuentra implementando un SGI poco a poco

### 4.2.5.2 Descripción de cada área.

Según las entrevistas y las observaciones realizadas los procesos y áreas se encuentran descritas como:

**Tabla 4.9:** Flujo de Procesos Empresa 5

Flujo de procesos	Áreas
Recolección de chatarra.	Moldeo
Clasificación de chatarra	Chatarra
Colocación en el horno de la chatarra.	Coque
Colado	Escorias
Corte de vaciaderos	Hornos
Pulido	Acabados
Entrega	

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

**A. Moldeo:** esta área de la fundidora se la encontró en el momento en el que extraían las piezas de los moldes utilizando combos, picos, apisonadores. En el extremo se encuentra el almacenamiento de las cajas de los moldes y todavía se observan cajas de moldes en el área de moldeo. La arena de silicio nueva la guardan en sacos para reemplazarla el momento en que la necesiten, pero cabe denotar que la arena les dura como máximo unos 8 años y después vuelven a comprar, es decir realizan una sola compra de 20 Toneladas. Otra observación es que el maquinado de las piezas la realizan cerca del área de moldeo sin

separación y consecuencia de esto es el esparcimiento de partículas de metal producto del maquinado.



**Figura 4.37:** Área de moldeo

(Fundidora 5)

Otras máquinas importantes que se pueden observar son la mezcladora de arena que ya hemos observado en las fundidoras anteriores y una maquina tamizadora de arenas.



**Figura 4.38:** Mezcladora de arena (izq.) Tamizadora (der.)

(Fundidora 5)

**B. Chatarra:** esta área se encuentra a un costado del horno como se observa se la agrupa en este sitio por la cercanía para cargarla al horno si bien estas chatarras son grandes estas se las deben romper con mazos para poder cargarlos

al horno, esta fundidora cuenta con aleantes pero se la ubican en la oficina debido a que estos son caros.



**Figura 4.39:** Chatarra

(Fundidora 5)

**C. Coque:** al coque se lo almacena en una esquina del taller y si bien observamos que los sacos se desasen y podrían existir peligros de material particulado (cenizas del coque) que se produzcan con el viento.



**Figura 4.40:** Área de almacenamiento de coque

(Fundidora 5)

**D. Escorias:** la escoria se ubica y se la amontona según lo observado adyacente al área de almacenamiento de coque y atrás del horno entonces forman parte de los residuos sólidos más importantes ya que con ellos se mezclan los escombros de ladrillo desgastados y algunos trozos de coque mezclado con arena y piedras propias del terreno.





**Figura 4.41:** Área de escorias

(Fundidora 5)

**E. Hornos:** la fundidora cuenta con 2 hornos de cubilote el uno muy pequeño y no puesto en marcha y otro grande con capacidad de 8 Toneladas pero en realidad se funden 6 toneladas, estas 4 áreas (coque, escoria, horno, chatarra) son las más críticas por la falta de organización y aseo debido a que con el tiempo se han ido aumentando más y más cosas, se amontonan los espacios de trabajo. El propietario nos comenta que antes tenía instalada una ducha al final de la chimenea del horno como medida de prevención ambiental pero sucede que al apagar el horno la llama producida por la combustión aumentaba su altura llegando a quemar este sistema de tratamiento razón por la cual quito la ducha.



**Figura 4.42:** Horno

(Fundidora 5)

**F. Maquinado:** la remoción de rebabas, el desbaste y limpieza se la realiza alado del área de moldeo pero también se utiliza el área de maquinado de la fundidora anterior para terminados a las piezas fundidas. Una observación importante es que en esta parte también se observa una desorganización fuerte lo que se debería remediar para tener un amplio espacio en esta parte de maquinado y poder tener una mejor ergonomía



**Figura 4.43:** Maquinado de fundidora anterior (der.) área de maquinado cerca del área de moldeo (izq.)

(Fundidora 5)



## 4.2.5.3 Observación de contaminantes

Tabla 4.10: Contaminantes Empresa 5

Emisiones atmosféricas	Residuos sólidos	Ruido	Residuos Líquidos	Condiciones de trabajo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se observa ceniza regada en la plataforma lo cual ayudo a evidenciar cenizas que es MP</li> <li>• No cuentan con sistema de tratamiento de gases</li> <li>• Polvo en ambiente de trabajo por arenas no aglomeradas o no tapadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montones de escoria con escombros de ladrillo refractario y mezclado con trozos de coque</li> <li>• Tozos pequeños de coque esparcidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruido de influencia es el producido por las amoladoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se observó</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y aseo deficiente (falta organización)</li> <li>• Todo el piso es de tierra.</li> <li>• Áreas no demarcadas</li> <li>• Faltan poner más señales de seguridad</li> <li>• Falta de Botiquín en área de trabajo</li> </ul>

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

## 4.2.6 EMPRESA 6

### 4.2.6.1 Información general:

- Zona: Residencial-Industrial
- Número de empleados: 5
- Años de funcionamiento: 20 años
- Metales que funde: Al
- Máxima cantidad mensual de metal fundido: 2 Toneladas
- Productos que fabrica: Ollas, pailas, cacerolas.
- Gestión Ambiental: No hay medidas de acción ambiental

### 4.2.6.2 Descripción de cada área.

Según las entrevistas y las observaciones realizadas los procesos y áreas se encuentran descritas como:

**Tabla 4.11:** Flujo de Procesos Empresa 6

Flujo de procesos	Áreas
Compra de materia prima	Moldeo
Moldeo y fundición de metal al mismo tiempo	Hornos. Maquinado
Terminado de la olla (cortado, brillado, colocación de manillas y remaches)	Chatarra Lavado
Lavado (desengrasado de la olla)	
Venta	

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

**A. Moldeo:** esta es un área pequeña donde se colocan todas las herramientas necesarias para el moldeo en el mismo sitio, el suelo es pavimentado. Para separar las secciones de los moldes se utiliza polvo de aluminio, en esta área se encuentra también un quemador a base de GLP para secar los moldes. Una debilidad prioritaria encontrada en esta área es un poco de desorden por encontrar otros objetos en la misma área pero como no se elaboran muchos moldes existe comodidad al moverse por esta área.



**Figura 4.44:** Área de moldeo  
(Fundidora 6)

**B. Hornos:** nos encontramos con 2 hornos a nivel del suelo donde solo uno estaba en funcionamiento. La llama para fundir el metal se produce en la parte superior del horno al hacer combustión entre aire y GLP. También observamos cucharas fabricadas para colar Al y escoria que se la colocaba a un extremo del horno y pedazos de ladrillo como se puede observar:



**Figura 4.45:** Área de hornos  
(Fundidora 6)

Podemos destacar que aquí se observa que el piso no es pavimentado y la pared aladaña al horno manchada de color negro y el techo de esta área en particular corrosión por ende podemos decir que hay COV y sulfatos que corrosionan metales.



**Figura 4.46:** Efectos de los gases en el área de hornos  
(Fundidora 6)

**C. Maquinado:** esta es el área más grande de la fundidora aquí se corta jitío, se pule y se abrillanta a la olla por lo que se tiene maquinas pulidoras y abrillantadoras, cepilladoras, taladros, remachadoras y compresores.



**Figura 4.47:** Área de maquinado  
(Fundidora 6)

En esta área se generan emisiones a la atmosfera de polvos de Al producto de la pulida de las ollas y ruido del funcionamiento de las máquinas.



**Figura 4.48:** MP en área de maquinado

(Fundidora 6)

También se generan residuos sólidos del polvo de Al que se queda en el suelo y producto de la limpieza de las máquinas al polvo que se lo queda en el suelo se lo recoge se lo almacena en sacos en un lugar apartado del área de moldeo y se lo envía a otro reprocesador de aluminio. Otra debilidad encontrada es el desorden en cuando maderas, moldes viejos, y costales que se encuentran en esta área



**Figura 4.49:** Desechos sólidos en área de maquinado

(Fundidora 6)

**D. Chatarra:** es un espacio destinado al acopio de chatarra aquí solo se recibe chatarra de Al blanco, en esta área se encuentran también cajas de moldes y una balanza pero también se observa escombros como piedras y una parte destapada del techo lo cual haría que entre agua.





**Figura 4.50:** Chatarra

(Fundidora 6)

**E. Lavado:** esta no es más que un sitio pequeño con una cocina para lavar las ollas de aluminio con desengrasante de aluminio y agua ya que las ollas se engrasan al momento de maquinarse.



**Figura 4.51:** Lavado de ollas

(Fundidora 6)



## 4.2.6.3 Observación de contaminantes

Tabla 4.12: Contaminantes Empresa 6

TT

Emisiones atmosféricas	Residuos sólidos	Ruido	Residuos Líquidos	Condiciones de trabajo	de
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MP por pulido de ollas en área de maquinado</li> <li>• Emisiones por parte del horno evidenciadas porque las paredes estaban manchadas de negro y el techo estaba agujereado</li> <li>• Vapores al colar metal.</li> <li>• No hay chimeneas pero lo humos, gases no son muy evidentes durante el funcionamiento del horno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polvo de aluminio guardada en sacos</li> <li>• Escorias amontonadas en el sector de hornos</li> <li>• Ladrillo y tierras esparcidos en el área de los hornos</li> <li>• Escombros y piedras en el área de chatarra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruido por el funcionamiento de los tornos semi-industriales para pulir las ollas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavado de ollas con desengrasante de aluminio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay demarcación de áreas</li> <li>• Deficiencia de medidas contra incendios</li> <li>• Hay que mejorar un poco en el orden</li> </ul>	

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

#### 4.2.7 EMPRESA 7

##### 4.2.7.1 Información general:

- Zona: Industrial
- Número de empleados: 10
- Años de funcionamiento: 15 años
- Metales que funde: Al, bronce (escaso)
- Máxima cantidad mensual de metal fundido: 4,12 Toneladas Al mensuales, 3 Toneladas de bronce al año
- Productos que fabrica: Fittings de instalación para cerámica sanitaria.
- Gestión Ambiental: Para cuidar al medio ambiente procura hacer sus procesos más eficientes, utilizar lingotes y reprocesar la escoria para tener la menor cantidad de desechos sólidos.

##### 4.2.7.2 Descripción de cada área

Según las entrevistas y las observaciones realizadas los procesos y áreas se encuentran descritas como:

**Tabla 4.13:** Flujo de Procesos Empresa 7

Flujo de procesos	Áreas
Recepción y selección de chatarra.	Chatarra
Almacenamiento de chatarra	Moldeo en arena
Moldeo	Moldeo en coquillas
Carga de chatarra al horno	
Colado en moldes de arena o coquillas	
Extracción de bebederos	
Pulido	
Almacenaje de producto terminado	

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

**A. Chatarra:** al momento de ingresar chatarra la se separa Al negro del blanco, el Al negro se almacena en un cuarto y vemos que el piso esta de arena y otras basuras que se deberían evitar. El Al de ollas o menos grueso se almacena en costales antes de entrar al área de moldeo en coquillas



**Figura 4.52:** Al negro (izq.) Al blanco (der.)

(Fundidora 7)

**B. Moldeo en arena:** esta área comprende la primera gran parte del taller, para fundir aquí se utiliza un horno de crisol cerrado con una campana y una chimenea, asentado sobre restos de escoria, se observan claramente acumulación de objetos que no tienen utilidad y que quitan espacio.



**Figura 4.53:** Área de moldeo en arena

(Fundidora 7)

Todo está colocado sobre un piso de cemento, se realizan moldes pequeños en una mesa para moldear evitando dolores de espalda moldeando a nivel del suelo, pero también se realizan moldes grandes dependiendo el caso. Cuenta con secciones para almacenar arena para moldear Al y arena para moldear bronce



**Figura 4.54:** Mesa de moldeo y almacenamiento de arena

(Fundidora 7)

En esta área se encuentran a más del horno máquinas para pulir metales, una mesa para reparar maquinas como inyectoros de aire u otros, aledaña a esta área se coloca el producto terminado.



**Figura 4.55:** Bolsas con producto terminado

(Fundidora 7)

Máquinas que se pueden encontrar a parte de la pulidora son esmeriles taladros ventiladores y amoladoras.



**Figura 4.56:** Máquina para pulir y costales de polvo de aluminio  
(Fundidora 7)

**C. Moldeo en coquillas:** esta área es más angosta, a la entrada comienza con una balanza, almacenamiento de chatarra de Al blanco, al frente tanques de diesel vacíos, ollas y radiadores de aluminio colocadas todas en un espacio pequeño después se observa un espacio para una soldadora y un espacio para 2 taladradoras y otro para colocar el producto que va a llevarse a maquinar, una gran debilidad en esta área es el colocar muchas cosas en un espacio reducido consecuencia de ello es el desorden y el movimiento reducido para mucha gente en ese espacio , el piso está cubierto de planchas de metal y no son de concreto, otra manera de poder extraer mejor los residuos que caigan al piso y no se mezclan con arena al momento de la recolección es decir como el único desperdicio en esta área son los retornos y virutas de aluminio son más fáciles de recoger y volverlos a reprocesar.





**Figura 4.57:** Entrada del área de moldeo en coquillas

(Fundidora 7)

Los equipos principales en esta área son dos hornos de crisol cerrados sin chimenea a la salida de gases lo que produce que todo el humo generado se esparza en el ambiente de trabajo en los alrededores de los hornos se observan Las escorias generadas y se nota la diferencia de colores en cuanto a escorias que todavía tienen aluminio, es decir las escorias que han sido reprocesadas a lo máximo posible son más oscuras



**Figura 4.58:** Hornos y escorias del área de moldeo de coquillas

(Fundidora 7)



Obviamente en esta área se encuentran las coquillas y también aquí mismo se quitan los bebederos y sobre montas de las piezas como se encuentra a continuación.



**Figura 4.59:** Coquillas (Izq.) mesa para retiro de bebederos (der.)  
(Fundidora 7)

Un aspecto importante a más de haber evidenciado los desechos sólidos se puede notar los efectos más contaminantes de fundición es decir MP y humos:



**Figura 4.60:** Evidencia de MP y humos  
(Fundidora 7)

## 4.2.7.3 Observación de contaminantes

Tabla 4.14: Contaminantes Empresa 7

Emisiones atmosféricas	Residuos sólidos	Ruido	Residuos Líquidos	Condiciones de trabajo
<p>Los hornos en funcionamiento no contaban con una chimenea. Y se observan humos producto de la quema de combustible en estos hornos que se esparcen por toda el área de trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>MP en área de moldeo en arena.</li> <li>Hollín y coloración negra en el techo producto de humos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Polvo fino de escoria</li> <li>Polvo de Al en máquinas y almacenado en costales pero algunos estaban regándose al suelo</li> <li>Basura que se mezcla con la chatarra y polvo en áreas de almacenamiento de las mismas</li> <li>Pedazos de ladrillos en varias zonas de los hornos que se mezclan con escoria</li> <li>Viruta de Al.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se detectó un ruido de molestia al momento de la visita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Canecas de gasolina para lavar las piezas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demarcación de áreas deficiente</li> <li>Hay robo de espacio por amontonamiento de objetos inservibles</li> <li>Techo negro producto de humos</li> <li>Falta señales de seguridad</li> <li>No hay demarcación de áreas</li> <li>No se observa extintores cerca de las áreas de trabajo en caso de emergencias</li> </ul>

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

## 4.2.8 EMPRESA 8

### 4.2.8.1 Información general:

- Zona: Industrial
- Número de empleados: 10
- Años de funcionamiento: 10 años
- Metales que funde: Al
- Máxima cantidad mensual de metal fundido: 90 quintales
- Productos que fabrica: Poleas, lingotes (cubos o redondeados), platos para asaderos de pollos.
- Gestión Ambiental: Para ello ordenan sus procesos y utilizan un plan ambiental realizado por un ingeniero del Cimepi.

### 4.2.8.2 Descripción de cada área.

Según las entrevistas y las observaciones realizadas los procesos y áreas se encuentran descritas como:

**Tabla 4.15:** Flujo de Procesos Empresa 8

Flujo de procesos	Áreas
Recepción de material ( selección de chatarra)	Chatarra
Limpieza de chatarra	Fundición
Carga al horno	Producto bruto
Vaciado en coquillas	Maquinado y pintado
Enfriado	Bodega
Maquinado (torneado, machuelado etc.)	
Pintado	
Almacenado	

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

**A. Chatarra:** es un área muy organizada donde se pesa, clasifica, limpia, corta y almacenan la chatarra. Hay maquinas como amoladoras, cizallas cortadoras y su respectiva caja de herramientas para realizar la limpieza de la chatarra. Este es un parque de cemento con un techo donde se separa la chatarra de Al negro y blanco.



**Figura 4.61:** Al negro (der.) Al blanco (izq.)

(Fundidora 8)

**B. Fundición:** cuenta con 1 horno cerrado no con crisol sino más bien con una olla metálica y ladrillo refractario a los alrededores cubierto en forma normal con ladrillo rectangular y una chimenea donde la combustión se la realiza por debajo del horno a diferencia de otros hornos que se han visto donde llama se ubica en la parte superior del horno.



**Figura 4.62:** Horno

(Fundidora 8)

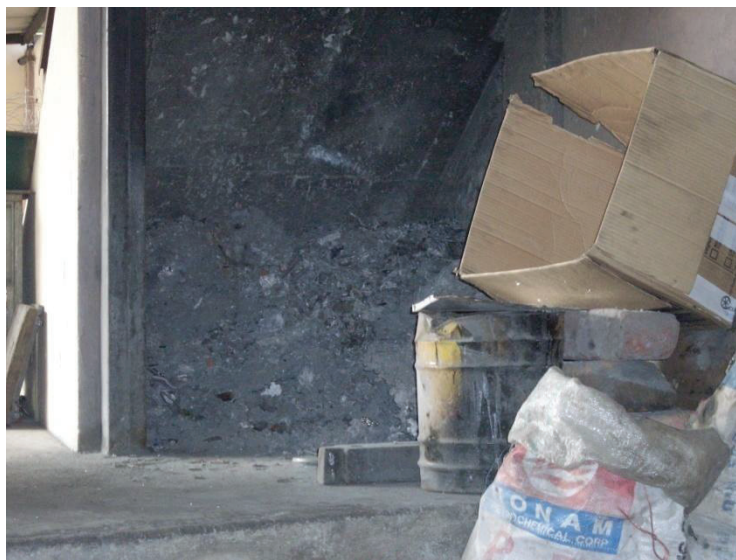
En este mismo sitio tienen las de las poleas para colar el metal y sus respectivas herramientas





**Figura 4.63:** Mesa de moldeo y almacenamiento de arena  
(Fundidora 8)

Los residuos que se ubican en esta área son las escorias que tienen su propio lugar de almacenamiento cuando se la recogen del horno, sacos de viruta de aluminio que se la reprocessa y obviamente como se observa la coloración de la chimenea del horno hay hollín y humos que eso se tendría que tratar



**Figura 4.64:** Almacenamiento de escorias  
(Fundidora 8)

**C. Producto bruto:** es extremadamente pequeña donde se ubican las piezas que se pasaran al maquinado, también se observan cajas de modelos, la única debilidad observada incluso de las áreas anteriores es el orden de las herramientas, moldes y coquillas.

**D. Maquinado y pintado:** es el área más grande de la fundidora, hay maquinas como tornos, taladros pulidoras y compresores de pintura .Es donde más desechos sólidos se generan producto del maquinado en los tornos pero todos estos se los almacenan en costales y se los lleva a reproceso en el área de fundición. Esta área es la más organizada y a pesar de haber muchas maquinas no hay mucho desorden incluso se observan todas las señales de seguridad, botiquín y extintores.



**Figura 4.65:** Área de maquinado

(Fundidora 8)

**E. Bodega:** aquí se etiqueta y embala las piezas terminadas no hay mucho que decir de esta área.



**Figura 4.66:** Bodega

(Fundidora 8)



## 4.2.7.3 Observación de contaminantes

Tabla 4.16: Contaminantes Empresa 8

Emisiones atmosféricas	Residuos sólidos	Ruido	Residuos Líquidos	Condiciones de trabajo
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hollín en el horno del área de fundición producto de humos y gases.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Viruta de Al del área de maquinado por el torneado.</li> <li>Escoria a los alrededores de los hornos.</li> <li>Trozos de ladrillo.</li> <li>Polvo de Al producto del corte y limpieza de las chatarras pero todo se lo almacena</li> <li>Metales diferentes como Mg que se devuelven.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Producido por los tornos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se observó</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta demarcación de máquinas, área de chatarras.</li> <li>Un poco más de orden en el área de fundición</li> <li>Condicionamiento a los trabajadores para que utilicen EPPs.</li> </ul>

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

### 4.3 ANÁLISIS GENERAL DEL SECTOR DE FUNDICIÓN DE QUITO

De los análisis hechos anteriormente se concluye que todas las fundidoras son artesanales ya que:

- Cuentan con un número de trabajadores muy bajo que van desde 2 hasta 10 empleados
- Infraestructuras pequeñas
- Procesos de producción manuales
- Una producción entre un rango de 2 a 24 toneladas por mes
- Tecnologías para fundir antiguas, no sofisticadas, ni mejoradas.

Cabe destacar que hay fundidoras que han funcionado muchos años y han sentido el golpe del desarrollo tecnológico, por ello se ha disminuido el número de trabajadores por la importación de productos mejorados y más baratos. Un ejemplo de ello es la elaboración de este engrane:



**Figura 4.67:** Engrane hecho por una fundidora artesanal

(Fundidora 8)

Su costo de fabricación por parte de las fundidoras artesanales es de 120 \$ por cada una. La comercialización del mismo producto pero importado está a 60\$ cada una. Motivo por el cual se dejó de fabricar este producto.

Hay también casos de cierre de algunas fundidoras debido a los costos que representan el obtener sus licencias ambientales, ya que las fundiciones están generalizadas como industrias de alto impacto por ende se tienen que realizar EsIA Expost y mediciones en laboratorios acreditados por la secretaria del ambiente del DMQ.

Con ayuda de visitas a las fundidoras, entrevistas, aplicación de los cuestionarios, observaciones y conversaciones con los propietarios de las fundidoras podemos definir debilidades y fortalezas del sector de fundición artesanal en varios aspectos.

### **4.3.1 DEBILIDADES**

#### **4.3.1.1 Tecnológicas**

- Todas las fundidoras utilizan tecnologías y procedimientos artesanales lo que impide el progreso.
- Los hornos utilizados en todas las fundidoras son hornos cubilote, de crisol y algunos creados con tanques metálicos y ladrillo refractario o en el piso, con lo cual se demuestra que no ha habido mucha tecnificación en este aspecto. Y no se observaron métodos de mejora para el rendimiento térmico de los hornos.
- Los métodos de moldeo todavía son manuales en arena verde y hay pocas fundidoras que utilizan coquillas, en la actualidad hay una serie de equipos de moldeo mecánicos y otros tipos de moldeo con resinas fenólicas como por ejemplo.
- Máquinas que tienen todas las fundidoras son máquinas de mezclado de arenas y una tamizadora que se encontraron en una fundidora pero si comparamos con otras empresas más tecnificadas estas incluso tienen plantas solo para el mezclado de arena, almacenamiento de arenas en silos y otros adelantos tecnológicos.

#### **4.3.1.2 Organizacionales**

- Durante las visitas realizadas se ha demostrado una falta de organización y aseo de sus áreas de trabajo y su distribución de planta en algunos casos no es muy adecuada. Mayor eficiencia en el trabajo se la obtiene cuando mejor organizada sea una empresa y más espacios ergonómicos al trabajador se le ofrezcan.
- El orden financiero y contable de sus gastos y ganancias.
- Controles de sus procesos en cuanto a controles de coladas, seguimientos de temperatura etc. Parámetros que si se los conocen se los pueden manipular a nuestro antojo y pardusca aumentos de eficiencias de nuestros procesos

#### **4.3.1.3 Ambientales**

- No se han encontrado sistema de tratamientos de gases y MP en sus hornos y los que se han colocado son duchas pero eso solo retienen partículas grandes y aparte a algunos se les ha deteriorado porque la llama los han quemado, Una fundidora tenía un sistema de tratamiento recomendado en su

PMA que ocupaba demasiado espacio y aun así no cumplía con la norma establecida de emisiones y MP por lo que se concluye que ese sistema de tratamiento no era el apropiado.

- Pocas fundidoras tenían planes o algún tipo de gestión hacia para el ambiente explícitamente.
- El desorden que se tiene y la falta de organización también ocasiona que se produzca contaminantes ambientales desde las emisiones contaminantes hasta desechos sólidos.

#### **4.3.1.4 Económicas**

- La falta de capital y el pago atrasado de algunos de sus clientes (algunos de los que no se esperaría porque son entidades estatales) causa endeudamientos y cierres de cuentas bancarias.
- La falta de capital no les da la capacidad para traer maquinaria y nuevas tecnologías a sus instalaciones.
- Algunos no tienen las suficientes utilidades para cubrir todos los costos que representan los EsIA, laboratorios certificados, consultores ambientales etc. para obtener las licencias ambientales de las industrias de alto impacto ambiental en el que las fundiciones se encuentran.

#### **4.3.1.4 De capacitación**

- La falta de capacitación en cuanto a producir más eficientemente desde el ingreso de sus materias primas hasta el final de sus operaciones, mejorar su competitividad y que tengan toda la disposición para aplicar estas prácticas en sus talleres ha causado que con el tiempo se reduzcan los espacios no haya un eficiente movimiento de personal y se generen contaminantes.
- Las capacitaciones deberían ser prácticas para que puedan observar lo que se debe hacer y no escuchar solamente una clase, charla o seminario y después olvidarse de aquello.
- Ineficiencia operativa lo cual les conlleva a una ineficiente operación de hornos, desperdicio de productos aprovechables, generación de emisiones contaminantes e ineficiente uso de la energía que se utilice en cada taller.
- Tener conocimientos empíricos y no tomar conciencia de la realidad de su trabajo por parte de propietarios y trabajadores es una gran debilidad. Ej. Los trabajadores son provistos de EPIs pero no los utilizan.

### **4.3.2 FORTALEZAS**

#### **4.3.2.1 Asociarse**

- La agrupación de algunos fundidores (AFME) ha demostrado ser una gran fortaleza ya que han conseguido algunos logros como por ejemplo el costo de la chatarra, establecer relaciones con universidades como la EPN, traer capacitadores extranjeros etc., fruto de ello también ha sido la elaboración de esta tesis.

## CAPÍTULO 5

### DISEÑO DEL TALLER DE FUNDICION ARTESANAL TIPO

#### 5.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Se escogió la distribución de planta por procesos, porque la mayoría de fundidoras elaboran varias piezas de diferentes formas, tamaños y aleaciones en pequeños lotes. Para ello seguiremos los siguientes pasos:

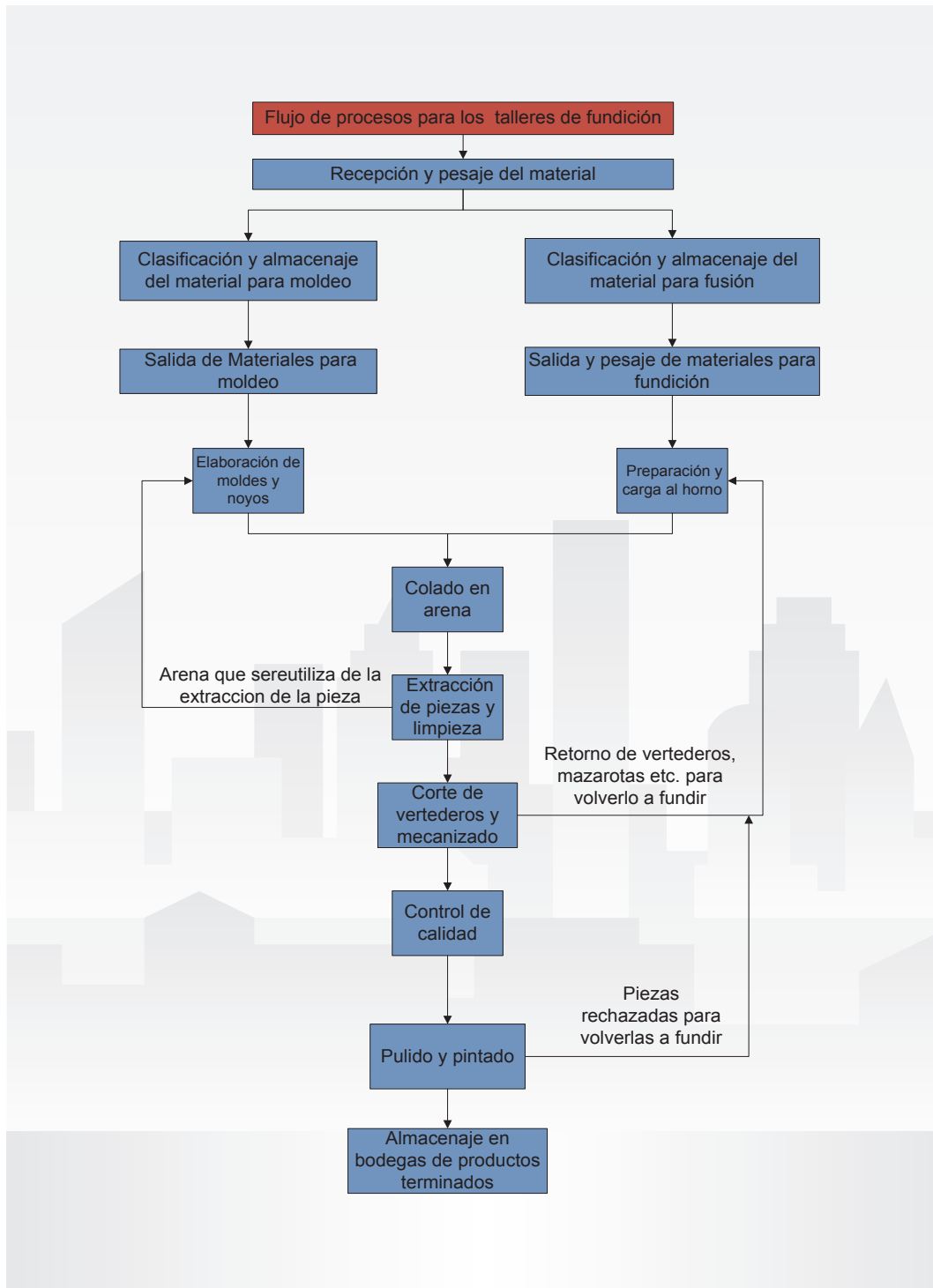
- a) Concretar el flujo de procesos para el taller tipo.

De la visita a los talleres de fundición se concluye que todos los talleres tienen los mismos procesos pero con diferente forma de transcripción tal como se lo indicó en el diagnostico situacional de todas las fundidoras en el apartado 4.2. Por lo tanto una generalización del flujo de procesos para el taller tipo será:

1. Recepción y pesaje del material
2. Clasificación y almacenaje del material para moldeo (bodega)
3. Clasificación y almacenaje del material para fusión (bodega)
4. Salida de materiales (moldeo)
5. Salida y pesaje de materiales para fundición (Aleaciones)
6. Elaboración de moldes y noyos
7. Preparación y carga al horno
8. Colado en arena
9. Extracción de piezas y limpieza
10. Corte de vertederos y mecanizado
11. Control de calidad
12. Pulido y pintado
13. Almacenaje en bodegas de productos terminados



Para concretar mejor el flujo de procesos se lo describirá con el siguiente diagrama de bloques:



**Figura 5.1:** Diagrama de bloques del proceso

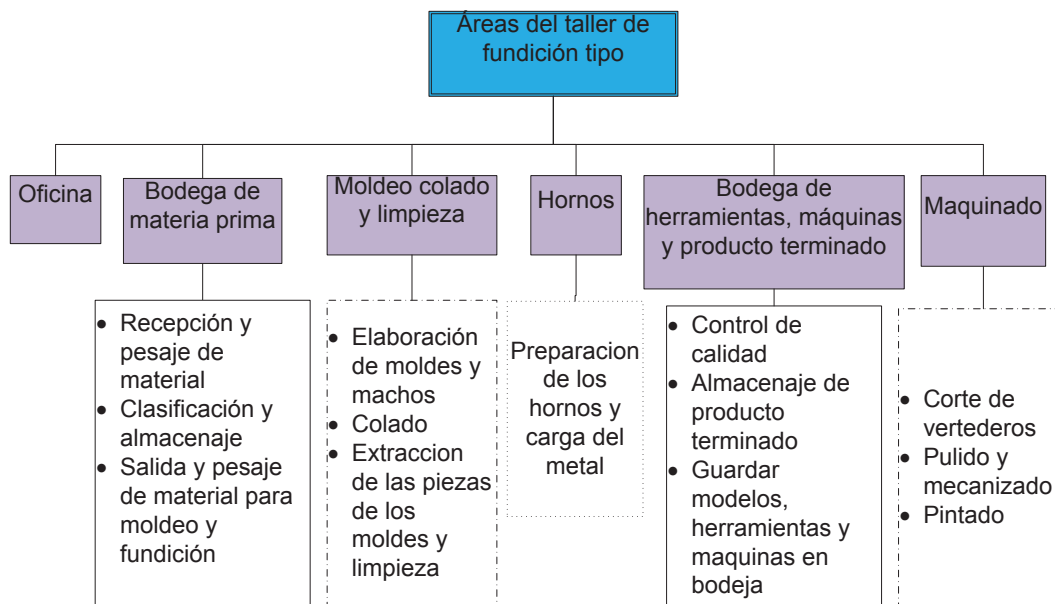
(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

Este es el orden del proceso de fundición desde la adquisición y entrada de las materias primas hasta la obtención del producto listo para comercializarse.

b) Realizar el diagrama de relación de actividades

Ahora revisaremos las relaciones de las actividades con el objetivo de ubicar lo más cerca posible aquellas actividades que tengan más flujo o más viajes entre ellos con el fin de hacer más rápidos los transportes de material, viajes de operarios etc. es decir hacer una distribución de planta eficiente.

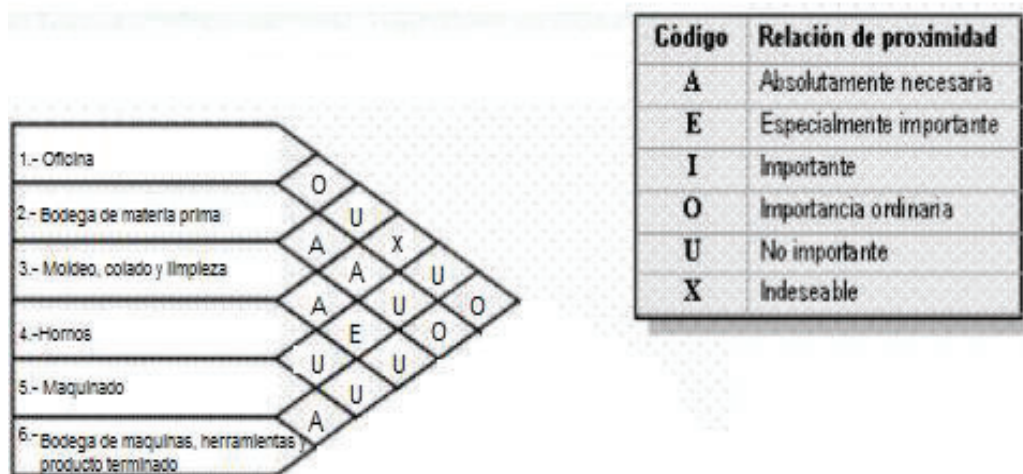
Hay actividades que se las puede agrupar en una sola área porque hay casos especiales como por ejemplo la elaboración de moldes, la colada y la extracción de la pieza que se deben realizar en el mismo sitio. La división de áreas se la ha establecido como sigue a continuación:



**Figura 5.2:** Distribución de áreas de producción del taller tipo

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

A partir del flujo de procesos y la división de áreas anterior podemos realizar el diagrama de actividades observando la importancia entre áreas de trabajo.

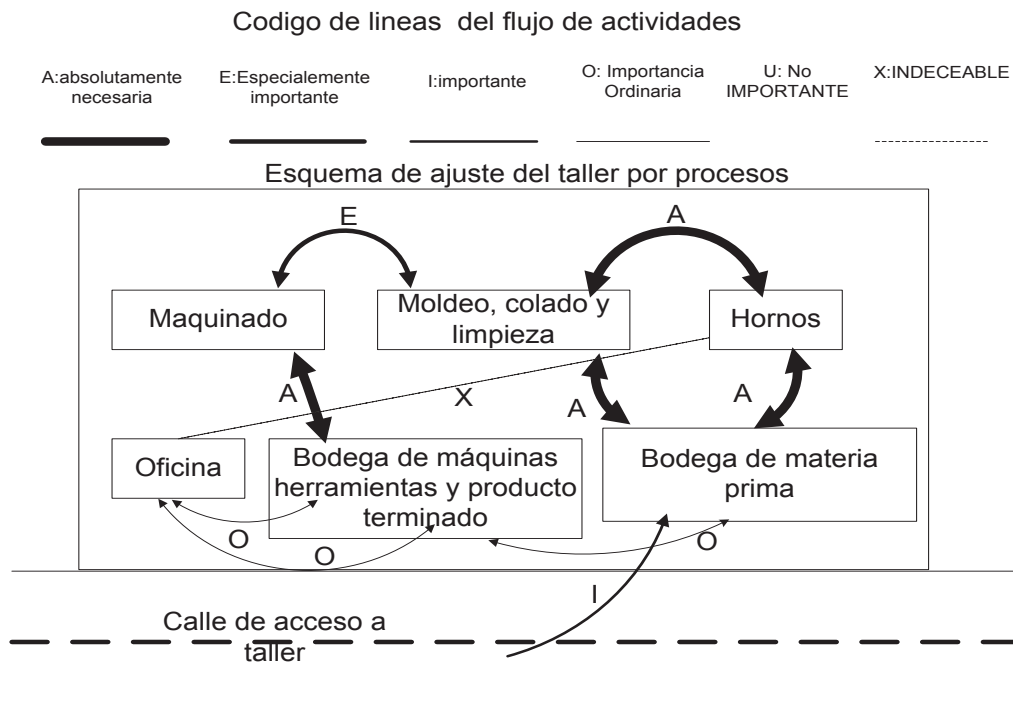


**Figura 5.3:** Diagrama de relación de actividades

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

- c) Ajustar el esquema de la distribución para tomar en cuenta las restricciones del área en el que debe quedar.

De los diagramas anteriores se ajusta un esquema previo de distribución de planta junto con sus relaciones de procesos de la siguiente forma:



**Figura 5.4:** Ajuste de distribución de planta

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

d) Dibujar la distribución de planta real del taller de fundición tipo.

Para realizar la distribución de planta real se necesitan realizar una serie de pasos los cuales serán desarrollados en los siguientes apartados.

## **5.2 DETALLE DE ELEMENTOS POR CADA ÁREA**

En cuanto a elementos que van a componer cada área del taller de fundición nos referimos a: materias primas, maquinas, equipos y otros. Para ello nos ayudara el informe del análisis situacional de las fundidoras artesanales desarrollado en el capítulo 4. La tabla 5.1 (ver Anexo 4) describe los elementos más relevantes que componen cada área de fundición de cada fundidora y de ella seleccionaremos lo elementos que pasaran a formar parte de cada área del taller de fundición las cuales son:

Área	Materiales	Máquinas	Herramientas	Otros
Bodega de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chatarra de:               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Fe</li> <li>➢ Al (negro y blanco)</li> <li>➢ Bronce</li> </ul> </li> <li>• Arena sílice</li> <li>• Coque</li> <li>• Ladrillo refractario</li> <li>• Bentonita</li> <li>• Diésel</li> <li>• GLP</li> <li>• Tanques de CO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza</li> <li>• Cizallas</li> <li>• Cortadora de disco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mazos</li> <li>• Entenalla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carretila o montacargas pequeño</li> <li>• Mesa para trabajar a la chatarra</li> </ul>
Moldeo colado y limpieza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arena de moldeo para reprocesar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcladora de arena</li> <li>• Tamizadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas para moldeo (conos, tubos, apisonadores etc.)</li> <li>• Picos</li> <li>• Palas</li> <li>• Mesa para moldear</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cajas de moldes metálicas y madera</li> <li>• Coquillas</li> <li>• Recipientes para llevar producto pequeños a maquinado</li> <li>• Modelos pequeños y medianos</li> </ul>

Hornos		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hornos de:             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Cubilote</li> <li>➢ Fosa</li> <li>➢ Crisol</li> <li>➢ Reverbero artesanal</li> </ul> </li> <li>• Ventiladores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cayanas</li> <li>• Porta cayanas</li> <li>• Cucharas para colar metal líquido</li> </ul>	
Maquinado		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torno industrial</li> <li>• Taladro de banco</li> <li>• Compresores de pintura</li> <li>• Pulidora de metales</li> <li>• Esmeriles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas para el torno</li> <li>• herramientas para mantenimiento de maquinas</li> </ul>	
Bodega de máquinas herramientas y producto terminado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embalajes</li> <li>• Etiquetas</li> <li>• Piezas terminadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldadora</li> <li>• Taladros</li> <li>• Amoladoras</li> <li>• Pulidoras de cepillo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas (llaves, alicates, martillos etc.)</li> <li>• Escobas</li> <li>• Sierras de mano</li> <li>• Cepillos metálicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piezas terminadas</li> <li>• Cajas de tornillos, tuercas etc.</li> <li>• Modelos grandes</li> </ul>

**Tabla 5.1:** Elementos que formarán parte de cada área del taller tipo

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)



### **5.3 TALLER TIPO BÁSICO**

Se darán soluciones a los problemas o falencias observadas durante las visitas realizadas a cada una de las fundidoras con respecto al medio ambiente (Remediación), también se añadirá recomendaciones que serán útiles para el buen desempeño del taller tipo, hay soluciones que no implican muchos costos e inversiones a más de los que sean necesarios, están a su alcance, y actúan a favor al medio ambiente.

#### **5.3.1 IMPLANTACION DE METODOS DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y OPTIMIZACION DE PROCESOS POR ÁREA**

Para prevenir la contaminación se tendrá que mejorar o cambiar cada uno de los procesos, esto nos ayuda a pensar primero en procedimientos más eficientes y limpios, antes de optar por un sistema de tratamiento de contaminantes. Algunos tipos de gestión son reciclaje y minimización de residuos.

##### **5.3.1.1 Recomendaciones generales**

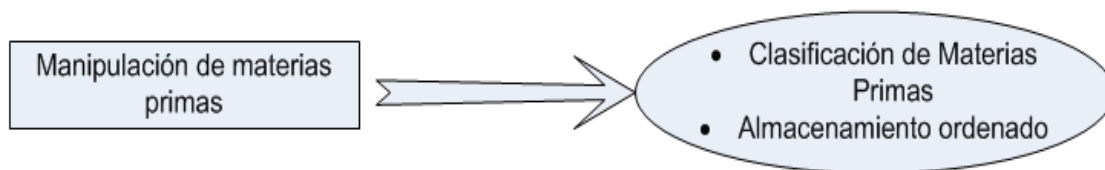
Hay algunas recomendaciones que se deben aplicar no solo a un área en específico sino a varias áreas por lo cual se decidió enunciar las siguientes recomendaciones en este apartado:

- Almacenar los desechos sólidos en bolsas, cestos o recipientes en un espacio característico para desechos en cada área y etiquetar cada desecho como se aconseja en el capítulo 3, apartado 3.5 sobre el etiquetado de desechos.
- Llevar un control en peso de la cantidad generada de residuos por área, para su posterior reutilización o desecho. Para ello se deberán realizar listas con el respectivo formato de cada empresa.
- Llevar un control sobre los residuos generados en las actividades de mantenimiento con su respectiva lista de control con el formato de cada empresa.

- Llevar un control de la cantidad de combustible utilizado en cada colada con su lista de control.
- Delimitar en el piso mediante cintas amarillas cada área en caso de que no estén separados por paredes o el área se encuentre en una habitación separada (Ver Anexo 7) y colocar el respectivo letrero de identificación de área, las maquinas o sub-secciones de cada área como por ejemplo corte de chatarra de Fe en el área de bodega de materia prima se las puede delimitar con un color azul.
- Adecuar correctamente y realizar una revisión periódica del sistema de cableado eléctrico.

### 5.3.1.2 ÁREA DE BODEGA DE MATERIA PRIMA

En esta área se debe tomar especial atención en:



**Figura 5.5:** Sugerencias para la manipulación de materia prima

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

#### 5.3.1.2.1 Almacenamiento de chatarra

Su gestión se debe tener en cuenta tomando en consideración los siguientes aspectos:

- 1) Crear compartimentos o utilizar cajas para almacenar los metales en distintas zonas según sus características para controlar la composición de la carga al horno. Estas cajas pueden ser de madera, metal, plástico o como lo decida el dueño de cada establecimiento.
- 2) Limpiar las chatarras y cortarlas al momento de ingresarlas para almacenarlas en sus respectivos compartimentos o cajas. Los procedimientos que se pueden realizar según el tipo de chatarra son:

## **Ferrosos**

- a. Clasificar la chatarra separándola de algún material ajeno a ellos Ej. Acero, plásticos, o cordones de soldadura para evitar tener plomo en las chatarras
- b. Limpiar las grasas, arenas y pinturas que se observen en la chatarra esta se puede hacer con un trapo húmedo con disolvente, lijas cepillos de alambre. También se pueden utilizar desoxidantes para limpiar las chatarras
- c. Realizar el corte de chatarras con combo, amoladora o el método de corte oxiacetilénico (autógena) como la hacen actualmente los artesanos para almacenarla en sus respectivos lugares y no ocupen mucho espacio.

## **No ferrosos**

- a. Clasificar la chatarra y desmantelarla para retirar elementos ajenos a ellas tales como plásticos, magnesio. En el caso del Aluminio clasificar la chatarra de Al negro y Blanco para almacenarlas por separado.
  - b. Limpiar las chatarras de pinturas, grasas. Se pueden utilizar el mismo método que el de las chatarras ferrosas es decir limpiarlas con trapos con disolventes, lijas, cepillos.
  - c. Cortar la chatarra que se pueda cortar en este caso se puede utilizar amoladoras discos de corte o sierras manuales o se las puede comprimir con la intensidad de almacenarlas.
- 3) Utilizar parques o zonas de almacenaje de cemento para protegerlos de la tierra, agua y polvo ya que estas desgastan el refractario. Esta es opcional dependiendo de las posibilidades económicas de cada fundidor o solo pueden utilizar las cajas para almacenamiento de la chatarra.

- 4) Proteger la zona de almacenamiento, de las lluvias con techos y ambientes cerrados, que no existan goteras. O se puede impermeabilizar la chatarra con plásticos con esto se evitaría el deterioro de la chatarra.
- 5) Proveer sistemas de tratamientos y recolección de agua (lluvias) para prevenir la contaminación del suelo y del agua.

*5.3.1.2.2 Materia prima en forma de trozos gruesos o polvo. (Coque, refractarios, arena sílice)*

- 1) Almacenar ese tipo de materia prima ha cubierto, es decir hay que destacar su conservación, se pueden utilizar depósitos de almacenamiento cerrados o dejarlos en los mismos sacos en los que llegan colocándolas en su respectivo sitio.
- 2) Reducir su manipulación al mínimo, o solamente a lo necesario Ej.: transporte de las arenas de moldeo hacia el sitio de moldeo.
- 3) Los aleantes se pueden almacenar cerca de los hornos en cajas ya que se utilizan en pequeñas cantidades.
- 4) Los refractarios usados y escorias se deben almacenar en cajas o compartimentos para su posterior reutilización o eliminación.

*5.3.1.2.3 Sustancias químicas aglomerantes y líquidos inflamables*

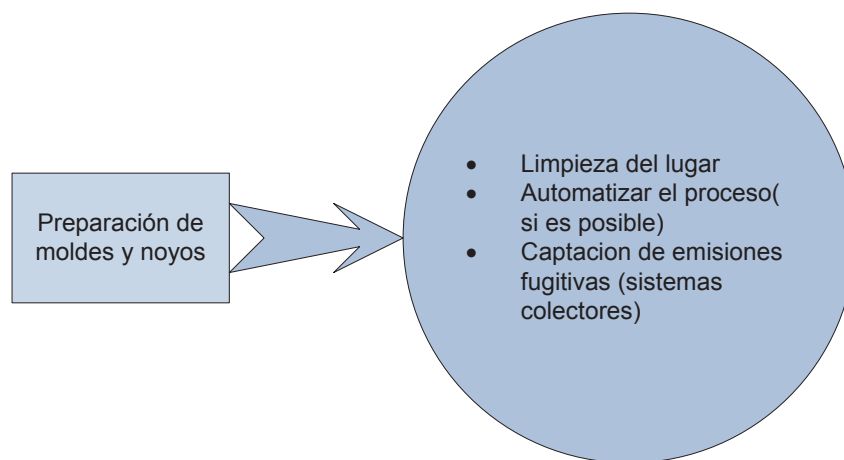
- 1) Acatar las recomendaciones de almacenamiento del fabricante si las hay.
- 2) Disponer un techo y ventilar la zona de almacenamiento en caso de exceso de calor dependiendo también de las recomendaciones de su fabricante.
- 3) Recoger los líquidos derramados para evitar contaminación de suelos, agua etc. que puedan suceder en caso de que se mezclen.
- 4) Cerrar el área de almacenamiento en caso de exceso de frío y tratar de mantenerlos a la temperatura más adecuada para su correcto funcionamiento.

- 5) Deben adoptarse medidas adicionales para el almacenamiento de líquidos inflamables (ventilación forzada y natural).
- 6) De preferencia almacenarlos en sus propios contenedores.

### 5.3.1.3 ÁREA DE MOLDEO, COLADO Y LIMPIEZA

El área de moldeo se encuentra en conjunto con el área de colado y limpieza pero se explicará una por una porque son procesos diferentes.

La gestión de residuos para esta área más importantes es:



**Figura 5.6:** Sugerencias para la preparación de moldes y nuyos

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

- 1) Antes de colocar la arena sobre el área de moldeo limpiar esa zona de metales, chatarra, grasas u otras substancias que se mezclen con la arena de moldeo.
- 2) Evitar que los montones de arena queden al aire libre, además utilizar pulverizadores, aglomerantes, protectores del viento, etc.
- 3) Pavimentar el área de moldeo ya que se ha observado que se utiliza el suelo de tierra sin pavimentar y da lugar a la conjunción de la área de moldeo con la tierra del suelo, motivo por el cual no se puede almacenar correctamente esta arena, además los metales pueden penetrar el suelo con el tiempo se podrán convertir en suelos contaminados.

#### 5.3.1.3.1 Colado

- Antes del moldeo colocar pequeñas camas de arena ya que se produce choque térmico entre el metal líquido y el pavimento cuando este cae al piso al momento del colado.
- Tapar las cucharas para evitar los vapores que salen de metal colado en caso de fundiciones de Fe se puede utilizar la cuchara tipo tetera y adaptarle una tapa, o comprar una cuchara con tapa. En caso de las fundiciones de no ferrosas puede ser opcional ya que utilizan cucharas pequeñas.
- Una recomendación importante para mejorar la relación pieza obtenida/metal fundido es realizar el correcto diseño de mazarotas bebederos etc. De preferencia utilizar programas de simulación para observar el proceso de llenado de moldes y secado de los mismos a la hora de realizar el diseño.
- Crear depósitos de metal desperdiciado para poder reutilizarlo, pasándolo después de la colada al área de bodega de materia prima
- Colar al mismo tiempo por los diferentes bebederos para evitar la solidificación temprana de los metales al colar uno por uno.

#### 5.3.1.3.2 Limpieza

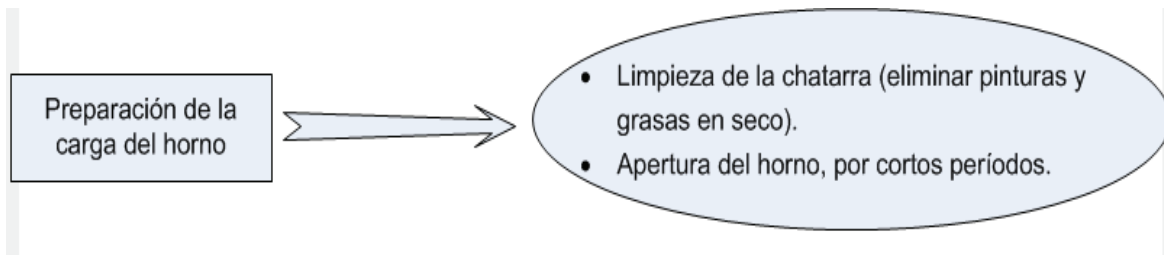
- Si se observa algún residuo de arena en los retornos internos limpiarlos con cepillo metálico en la misma área. En el momento en que no se observen ningún residuo de arena se lo podrá regresar al Área de bodega de materia prima.
- Amontonar toda la arena de moldeo en un solo espacio para proceder a la limpieza del suelo del toda el área de moldeo y recoger arenas quemadas u otros residuos pesarlos y llevarlos a la sección de residuos.



### 5.3.1.4 ÁREA DE HORNOS

#### 5.3.1.4.1 Preparación de la carga al horno

Al momento de cargar materia prima al horno se pueden tomar en cuenta los siguientes consejos:

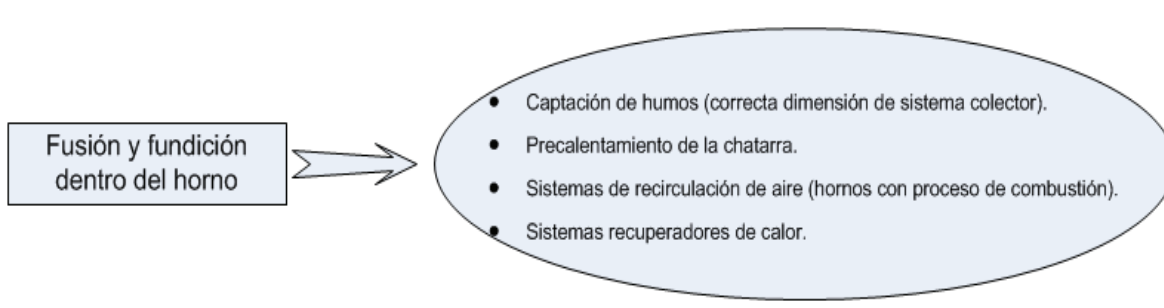


**Figura 5.7:** Sugerencias para la carga del horno

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

- 1) En hornos cubilote además de las técnicas anteriores se debe preparar el revestimiento de los hornos tras cada colada ya que durante la colada, el diámetro y el área de la zona de fusión aumentan a causa de la erosión y el desgaste del refractario, lo que afecta al funcionamiento haciendo que deje de ser óptimo.
- 2) Recoger en sacos los refractarios, coque y escorias reprocessadas que ya no sirvan, realizar su respectivo control (pesaje y listas de control) y ubicarlas en la sección desechos.

#### 5.3.1.4.2 Fusión de metales



**Figura 5.8:** Sugerencias en el proceso de fusión de metales

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

## Para Fundiciones ferrosas

En cuanto a las fundiciones ferrosas se recomienda los siguientes aspectos:

- a) Mejora de eficiencia térmica en hornos cubilote

Para mejorar las operaciones de fusión podemos tomar las siguientes medidas:

- 1) Crear un diagrama de Jungblüth para llevar un control del horno utilizando las variables que se pueden controlar tales como la velocidad de inyección de aire y la carga de coque. Y las variables que se obtienen en el proceso como la temperatura de vaciado del metal y la velocidad de fusión del mismo

Este diagrama es válido en términos cuantitativos solo para el cubilote del que se han obtenido los datos, y sirve para:

- 1) Poder observar el comportamiento de la temperatura del metal y la velocidad de fusión frente a los cambios en la velocidad de inyección y la carga de coque
- 2) Permite determinar el punto de eficiencia térmica óptima de funcionamiento del horno.
- 3) Reducir temperaturas de sobrecalentamiento. Teniendo cuidado de que el metal no se solidifique antes de ser colado
- 2) Procurar que la distribución del metal y el coque sea uniforme durante la carga.
- 3) Minimizar las pérdidas de aire tomando especial atención en:
  - Evitar fugas de aire realizando mantenimiento periódico de las paredes de los hornos y recubriendo los agujeros que aumentan de tamaño por el descuido del mantenimiento del horno.
- 4) Evitar coladuras que se forman al no descender la carga en la zona de fusión del horno y provocan pérdida de eficiencia durante la fusión y en

casos graves pueden llegar a detenerla por completo. De preferencia se pide implementar toberas auto-limpiantes ya que al remover el coque con varillas por los orificios del horno se produce una buena cantidad de material particulado.

b) Calidad del coque

En cuanto al coque se recomienda un control de calidad. El proveedor de coque no entrega catálogos o información técnica del mismo por lo tanto el control de calidad del coque se regirá a los siguientes aspectos:

- 1) Pedir al proveedor coque con % de ceniza bajo debido a que un elevado contenido de ceniza sólo reduce el poder calorífico del coque y genera un mayor volumen de escoria en el cubilote.
- 2) Controlar que el coque tenga baja humedad. Aunque el coque debe tener cierta humedad para evitar que se encienda en los caminos y vagones donde son transportados

**Para Fundiciones no ferrosas**

- 1) De algunas fundiciones se puede obtener una técnica que resulta buena y es el ubicar sus hornos en un compartimiento cerrado con una chimenea para que los humos generados al fundir los metales no se rieguen sobre el ambiente de trabajo. En algunos resulta buena idea ya que sus quemadores están ubicados en la parte superior de los hornos y no tienen una chimenea
- 2) Ubicar campanas de captación en hornos de crisol sin tapa para evitar humos visibles y emisión de partículas.
- 3) Buscar la opción de utilizar GLP como combustible ya que estos son menos contaminantes que el diesel.

- 4) Reutilizar la escoria generada lo máximo posible y después buscar un gestor de escorias para que este la reprocese y así disminuir en la totalidad los residuos de escoria generados.

#### **5.3.1.5 ÁREA DE MAQUINADO**

- 1) En máquinas pulidoras se pueden utilizar campanas de captación portátiles pero si son máquinas grandes utilizar campanas de captación. El material particulado debe ser recogido en bolsas para su reciclaje.
- 2) Recoger todos los desechos generados en bolsas y ubicarlos en sitios predestinados para su reutilización o desecho

#### **5.3.1.6 ÁREA DE BODEGA DE MÁQUINAS, HERRAMIENTAS Y PRODUCTO TERMINADO**

- 1) Es el área más limpia porque solo se almacena y embala las piezas terminadas. La principal recomendación es inventariar los objetos que se encuentren en ella y ubicarlos en el mismo lugar después de ocuparlos. Si aumentan objetos realizar un plan de actualización para eliminar lo que no sirve y reajustar el espacio para que siga ordenado.

### **5.3.2 SELECCIÓN DE SOLUCIONES FINAL DEL TUBO**

#### **5.3.2.1 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTOS DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO**

Los procesos que se pueden utilizar para el tratamiento de gases son:

**Tabla 5.2:** Listado de selección de alternativas

Representación	Alternativas
A	Absorción
B	Adsorción
C	Incineración
D	condensación

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

Los criterios de evaluación que utilizaremos para seleccionar el proceso de tratamiento de gases se obtienen de la investigación teórica echa en el capítulo 2 y de ello hemos obtenido los criterios de selección que se detallan a continuación:

**Tabla 5.3:** Lista de criterios de selección

Representación	Lista de criterios
I	Eficiencia de remoción
II	Posibilidad de captar partículas
III	Complejidad del equipo que se necesita para su aplicación
IV	Necesidad de otros procesos para el tratamiento de gases

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

La Tabla inicial de calificaciones será la siguiente

Escala de calificaciones 1-10

**Tabla 5.4:** Matriz de ponderación

	I	II	III	IV	PONDERACION	
A	9	10	8	8	30	I
B	9	7	8	8	25	II
C	9	6	4	5	30	III
D	9	6	4	5	15	IV
TOTAL	36	29	24	26	100	V

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

La Tabla normalizada donde se muestran el índice de importancia relativa de las distintas alternativas es:

**Tabla 5.5:** Matriz normalizada de índice de importancia relativa

	I	II	III	IV	PONDERACION	
A	0,25	0,34483	0,33333	0,30769	0,3	I
B	0,25	0,24138	0,33333	0,30769	0,25	II
C	0,25	0,20690	0,16667	0,19231	0,3	III
D	0,25	0,20690	0,16667	0,19231	0,15	IV
TOTAL	1	1	1	1	1	V

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

Multiplicando las matrices de índice de importancia relativa y ponderación se puede seleccionar el método de tratamiento de gases:

**Tabla 5.6:** Resultado de selección obtenido de la multiplicación de matrices de la tabla anterior

Representación	Respuesta
A	31%
B	28%
C	21%
D	21%

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

Por lo tanto el mejor método para tratamiento de gases a utilizar en nuestro taller de fundición es el proceso de **ABSORCIÓN**.

Una vez que hemos determinado el mejor proceso de tratamiento de gases procederemos a realizar el mismo proceso de selección, para el tratamiento de



material particulado, de la investigación hecha en el marco teórico podemos elegir entre los siguientes equipos:

**Tabla 5.7:** Listado de selección de alternativas

Representación	Alternativas
A	Ciclones y multiciclones
B	Scrubbers Húmedos
C	Separadores Electrostáticos
D	Filtro de mangas

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

Para seleccionar el equipo de tratamiento de material particulado utilizaremos la siguiente lista de criterios obtenidos como en el caso anterior de la investigación teórica.

**Tabla 5.8:** Lista de criterios de selección

Representación	Lista de criterios
I	Eficiencia
II	Capacidad de capturar partículas finas
III	Costos (inversión, operación, construcción o mantenimiento)
IV	Espacio que ocupa
V	Se necesita de fuentes de filtración secundarias
VI	Capacidad para capturar gases
VII	Peligrosidad de sus efectos colaterales

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

La Tabla inicial de calificaciones será la siguiente

## Escala de calificaciones 1-10

**Tabla 5.9:** Matriz de ponderación

	I	II	III	IV	V	VI	VII	PONDERACION	
A	8	5	10	10	6	2	10	15	I
B	9	8	8	10	10	10	7	10	II
C	9	6	6	6	8	6	7	20	III
D	9	10	5	8	8	8	8	20	IV
TOTAL	35	29	29	34	32	26	32	10	V
								15	VI
								10	VII
								100	TOTAL

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

Los índices de importancia relativa de las distintas alternativas son:

**Tabla 5.10:** Matriz normalizada de índice de importancia relativa

	I	II	III	IV	V	VI	VII	PONDERACION	
A	0,22	0,17	0,34	0,29	0,18	0,07	0,31	0,15	I
B	0,25	0,27	0,27	0,29	0,31	0,38	0,21	0,1	II
C	0,25	0,20	0,20	0,17	0,25	0,23	0,21	0,2	III
D	0,25	0,34	0,172	0,235	0,25	0,308	0,250	0,2	IV
TOTAL	1	1	1	1	1	1	1	0,1	V
								0,15	VI
								0,1	VII
								1	TOTAL

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

Multiplicando las matrices de índice de importancia relativa y ponderación se puede seleccionar el método de tratamiento de material particulado:

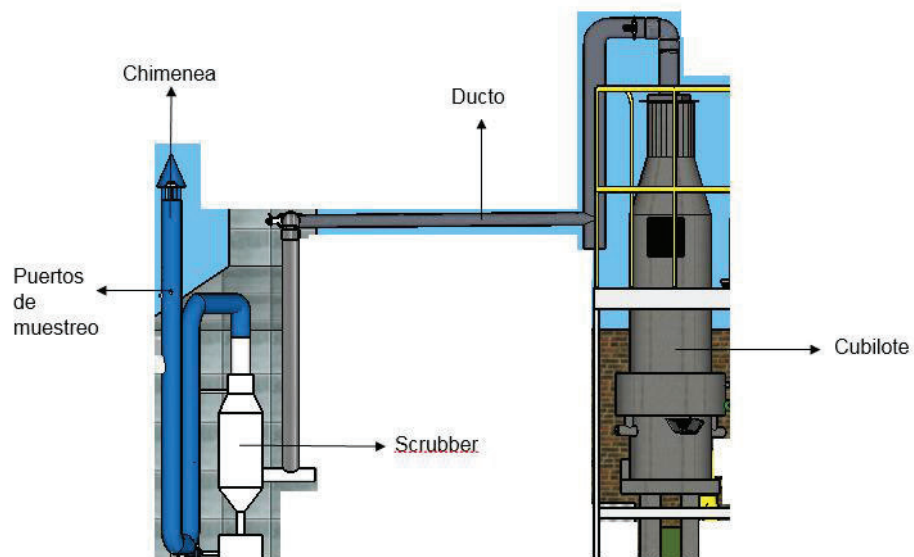
**Tabla 5.11:** Resultado de selección obtenido de la multiplicación de matrices de la tabla anterior

Representación	Respuesta
A	24%
B	29%
C	22%
D	25%

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

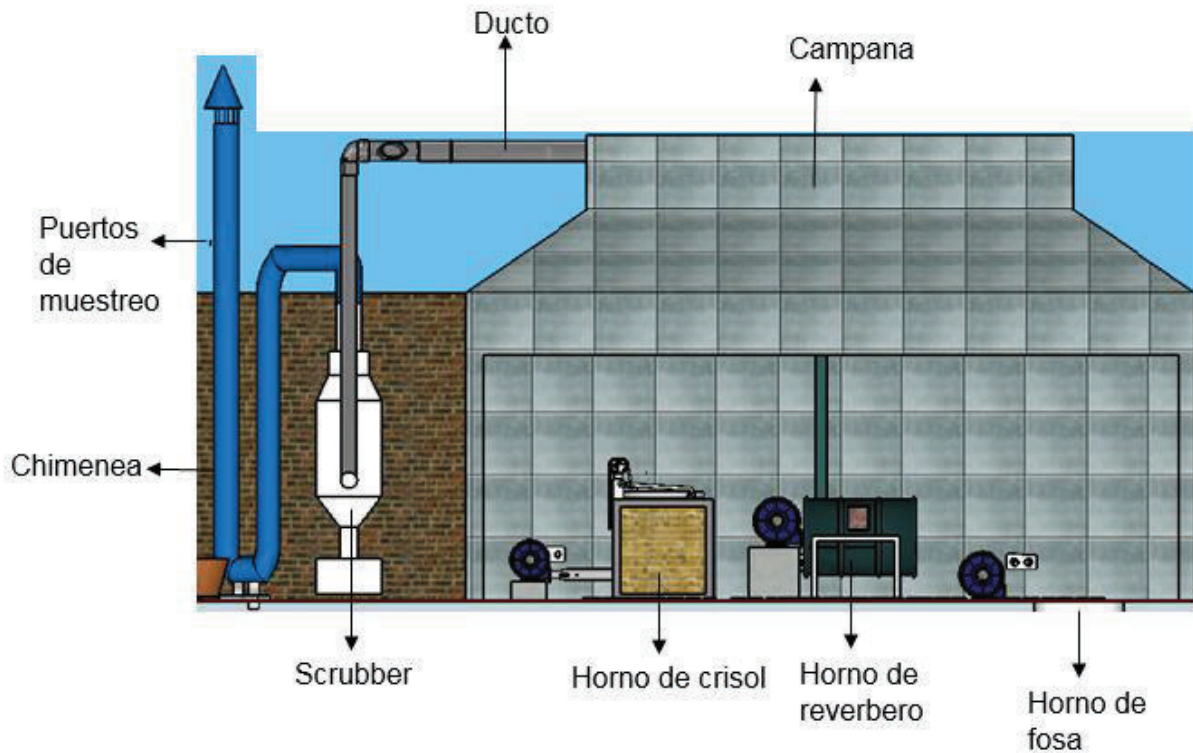
Del análisis hecho se concluye que el mejor método de tratamiento de material particulado son los Scrubbers Húmedos

Por lo tanto de los análisis hechos la mejor opción para tratar gases por absorción y tratar material particulado es un Scrubber húmedos o depurador de gases.



**Figura 5.9:** Esquema de tratamiento de gases para fundiciones ferrosas (hornos cubilote)

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)



**Figura 5.10:** Esquema de tratamiento de gases para fundiciones no ferrosas (Hornos de crisol, reverbero y fosa)

(Elaborado por: F. Martínez y D. Casaliglia)

#### 5.3.2.1.1 Aplicación de las normas para gases y material particulado

De acuerdo con las normas establecidas en el capítulo 3 el valor de las mediciones de las emisiones gaseosas que se salen de las fuentes fijas del horno no deben superar los valores de la tabla 3.9 y si lo hacen tienen que cumplir con los requisitos del apartado 3.3.1.2.

#### Medición de emisiones gaseosas

Por lo general las chimeneas para un horno de fundición tienen un diámetro menor a 3 m y debido a esto tienen dos puertos de muestreo.

Estos puertos de muestreo son los orificios circulares que se hacen en las chimeneas para facilitar la introducción de los elementos necesarios para mediciones y toma de muestras.

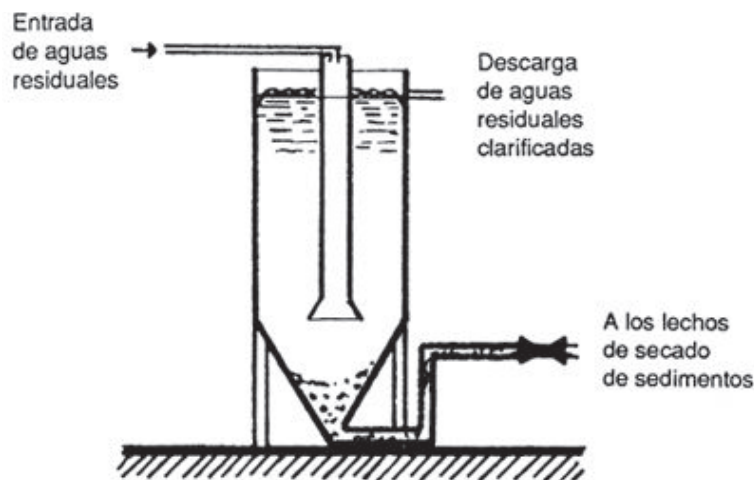
### Ubicación de los puertos de muestreo

El un puerto de muestro se coloca ocho diámetros corriente abajo y el otro dos diámetros de chimenea corriente arriba de un codo, contracción o expansión que posee la chimenea.

#### 5.3.2.2 TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS

La cantidad de residuos líquidos en fundición de metales es pequeña y de donde podremos obtener un poco de residuos líquidos es de la técnica anterior seleccionada para el tratamiento de emisiones atmosféricas aunque también será poca ya que una parte de agua se evaporará.

Para el agua de purga del lavado de gases y de enfriamiento de hornos utilizaremos un tanque para sedimentar las partículas sólidas que se encuentren suspendidas en estas aguas como se muestra a continuación:



**Figura 5.11:** Tratamiento de residuos líquidos

(Fuente: <http://www.fao.org/docrep/004/T0566S/T0566S14.htm>)

- Las paredes de la base deben tener un ángulo de inclinación para que los residuos se depositen en el fondo de preferencia deben ser de 60 ° de inclinación
- El tiempo máximo para descargar los lodos serían tomando el criterio de que para una bacteria (1µm), el tiempo de sedimentación sería unos 8 días

y el tiempo mínimo sería para una partícula de arcilla de 10  $\mu\text{m}$ , el tiempo sería 2 horas.

- A la salida de las aguas residuales clarificadas deberá estar colocado un filtro para las partículas sólidas más pequeñas en suspensión.

#### *5.3.2.2.1 Aplicación de las normas para residuos líquidos*

Deberá seguir los requisitos que se encuentra detallado en el apartado 3.3.4.2

#### **5.3.2.3 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

En especial se debe capacitar a los operarios para que concienticen y pongan toda su colaboración en las actividades de recolección y control de residuos sólidos generados en el taller.

Los residuos sólidos de alto interés son las escorias ya que las arenas de descarte se pueden reutilizar y las arenas de descarte que se generan son máximo 1 quintal a los 3 meses.

Lo que se hará después de haber reprocesado lo máximo posible la escoria, es buscar la forma de reciclaje de las escorias ya que los tratamientos de las escorias para recuperar los metales contenidos en ellas son muy costosos la mejor opción es buscar un sector productivo donde se pueden utilizar las escorias:

- Las escorias se pueden utilizar para relleno de carreteras.
- Se utiliza como material drenante y en la industria del vidrio y los aislantes térmicos.
- Se utiliza para la fabricación de cemento Portland de escoria, agregado para asfalto entre otras..

#### *5.3.2.3.1 Aplicación de las normas para residuos sólidos*

Los requisitos para la manipulación de los desechos se encuentran detallados en el apartado 3.3.2.1

Los residuos que una vez analizados por un laboratorio no cumplan con los límites máximos permisibles de la Tabla 3.7 serán considerados como residuos peligrosos.

Para el caso de los residuos peligrosos deberán ser etiquetados e indicar el cartel de riesgo que indica el apartado 3.5.

#### **5.3.2.4 CONTROL DE RUIDO**

La mayor cantidad de ruido se generará en el área de maquinado debido al funcionamiento de las máquinas para ello se procederá.

- Aislar el área de maquinado
- Buscar aislantes de ruido a las máquinas de influencia

##### *5.3.2.4.1 Aplicación de las normas para ruido*

El ruido de los equipos del taller de fundición no debe superar los límites establecidos de la tabla 3.6.

#### **5.3.3 SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL**

Los riesgos de mayor impacto y más comunes en la fundición están relacionados con la inhalación de polvos y gases siendo otros factores importantes:

- La cercanía de los trabajadores al calor radiado por los hornos.
- El ruido producido por las máquinas.

##### **5.3.3.1 Medidas para controlar los riesgos en la fundidora.**

Los controles que se pueden aplicar en las fundidoras son:

- Correcto manejo del metal líquido (colada y transporte).
- Posibilidad de alejar al operario de fuentes peligrosas. Solo ubicar personal autorizado en cada operación peligrosa
- Proveer una ventilación interior satisfactoria. Dimensionando correctamente los extractores de ventilación



- Dotar de señalización de zonas peligrosas con códigos de colores.

### **5.5.2 Equipos de protección personal para cada operador**

Dado el alto grado de peligrosidad de algunas actividades como la inyección de oxígeno, remoción de coque por varillas, quemadores fuera de los hornos, chispas de metal. La seguridad mínima debe ser:

- Zapatos de seguridad (seguridad general).
- Pantalones reflectantes, capa y chaqueta reflectante para quienes este operando los hornos (protegen del calor).
- Guantes de asbesto y casco.
- Lentes protectores (protege de la luz fuerte y radiación UV.).
- Máscara protectora de gases (protege de gases tóxicos).
- Tapones de orejas (protegen de ruido en especial en el área de maquinado)

### **5.3.4 SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA)**

El SGA recomienda tener una política ambiental y un desempeño ambiental adecuado. La gerencia debe aplicar esta política ambiental y los trabajadores deben estar informados sobre ello, para que pueda ser aplicada en el taller. Para esto se debe cumplir un PHVA que es planificar, hacer, verificar y actuar que es lo siguiente:

Planificación: realización de los objetivos para alcanzar un SGA y cuáles son los métodos necesarios para alcanzar estas metas propuestas

Hacer: se inician las actividades establecidas para alcanzar un SGA

Verificación: se revisa las acciones anteriores para ver si el programa es eficiente, efectivo.

Actuar: si los resultados obtenidos son satisfactorios se tienen un buen SGA, pero si no lo son deberá mejoraras la política ambiental de la organización.

### **5.3.5 ANIMACION Y PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DEL TALLER TIPO BÁSICO DISEÑADO**

### **5.4 TALLER TIPO IDEAL**

Hay mejoras para los procesos e implementación de equipos que implican costos elevados, por lo cual estas serán opcionales o se podrán realizar previa la planificación de los mismos. Están enunciadas en este apartado y son recomendaciones que darán para pasar de un taller tipo básico a un taller tipo ideal.

Estas mejoras son:

1. Opción de compra con la AFME u alguna otra entidad de un analizador de metales.

En la actualidad se puede realizar un análisis espectroscópico de las chatarras portátilmente mediante una pistola analizadora de metales pero el precio de estos equipos son muy elevados. (Ver Anexo 6) Pistolas. Por lo tanto se deberían analizar las relaciones costo beneficio de estas pistolas como por ejemplo:

- a) Analizar la calidad de las chatarras y el porcentaje de metales en las mismas para poder clasificarlas y almacenarlas. Esto también ayuda para controlar la carga del metal al horno
- b) Analizar la cantidad de metales presentes en los residuos sólidos (arenas de descarte, escorias, refractarios).

Esta pistola debe tener previa la capacitación de un técnico en cuanto a su manejo.



**Figura 5.12:** Pistola para análisis de metales

(<http://www.olympus-ims.com/es/xrf-xrd/delta-handheld/delta-scrap/>)

2. Proyectar la automatización de moldeo implementando la máquina de moldeo por aspersión, moldeo de arena con resinas y mesas transportadoras de rodillos para los moldes esto implica una inversión alta, pero la eficiencia de moldeo aumenta, es un proceso más limpio y la cantidad de trabajo manual del operario disminuye.



**Figura 5.13:** Técnica de moldeo copiado de la página web de Fundiec Fundiciones del Ecuador S.A.

(<http://www.fundiec.com/>)

3. Utilizar separadores magnéticos para limpiar las arenas de los metales que se encuentren en ellas esta será la depuración inicial. Un ejemplo de ello es la separación de las gotas de colada de la arena de moldeo.



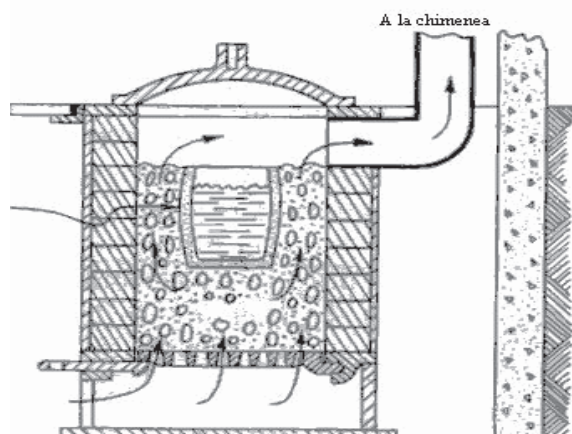
**Figura 5.14:** Separador magnético

(<http://www.directindustry.es/prod/research-production-association-erga/separadores-magneticos-techo-61673-400126.html>)

4. Diseñar nuevos hornos donde la organización de la fundidora debe establecer previa y claramente la planificación y objetivos deseados de los nuevos hornos.

En hornos cubilote para que tengan una eficiencia energética alta se puede realizar por ejemplo: Aire de combustión precalentado, doble hilera de toberas.

En hornos de crisol para preservar la mayor cantidad de energía en el interior del horno y evitar emisiones atmosféricas descontroladas se pueden realizar hornos con tapa y chimenea adyacente a la tapa como se observa en la siguiente figura



**Figura 5.15:** Horno de crisol

([http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso1/Temario1\\_III.html](http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso1/Temario1_III.html))

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

- Las fundidoras artesanales y las grandes fundidoras se las ha ubicado en la categoría de alto impacto, lo cual no debería ser así, las grandes fundidoras como por ejemplo Adelca tienen mayor tecnología, maquinaria y producción respecto a las fundidoras artesanales. Por ende más grado de contaminación, en comparación a las pequeñas fundidoras.
- De esta investigación se concluye que los fundidores deben presentar primordialmente un estudio de emisiones atmosféricas para obtener sus permisos ambientales. Para realizar estos estudios deben presentar las chimeneas adecuadas según lo establecen las normas técnicas de calidad ambiental del DMQ
- El coque es un combustible sólido que emana gran cantidad de MP y gases por ello es importante reducir la cantidad de coque consumido sin disminuir la cantidad de metal fundido ya que al disminuir la cantidad de coque disminuye la contaminación atmosférica producida.
- Muchas de las materias primas tales como coque, arena, chatarra, bentonita son comprados a proveedores artesanales y ninguno presenta catálogos y especificaciones de sus productos lo cual es una desventaja para los fundidores porque no pueden saber las propiedades de las materias primas adquiridas y poder manipularlas a su conveniencia.
- En horno cubilote se deben manejar todos los parámetros importantes del horno como el diámetro interno óptimo. Durante el reparado interno del cubilote, debe respetarse el diámetro interior, ya que en áreas más grandes baja la eficiencia energética y en áreas más pequeñas, la producción es menor
- Una gran parte de las emisiones atmosféricas que salen desde las fuentes fijas de combustión (Hornos) se generan por las impurezas de las chatarras

como por ejemplo plásticos pinturas y grasas, de ahí la importancia de limpiar chatarras

- Las emisiones atmosféricas también dependen del tipo y calidad del combustible.
- Para disminuir las contaminaciones al ambiente primero debemos tener bien ordenados nuestros espacios de trabajo ya que se mezclan varios componentes que a la final se vuelven contaminantes y se los echan. Además se puede movilizar libremente por las áreas de trabajo y se puede conocer o inventariar el tipo de residuos que se genera en cada área y se puede llegar al problema más rápidamente y dar soluciones efectivas.
- No es la solución solamente instalar un sistema de tratamiento de contaminantes para evitar la contaminación al medio ambiente. Si bien disminuirán efectos contaminantes, no se disminuirán en su totalidad, como para considerar que es una industria inofensiva para el medio ambiente.
- Con lo que respecta al pedido de cambio de categoría por parte de las fundidoras artesanales, estas tendrán que demostrar que no contaminan en una magnitud de impacto ambiental III y IV para ello primero después de aplicar algunos puntos establecidos en la mejora de procesos establecido en esta tesis y después realizar pruebas con laboratorios, comparar estos resultados con las normas Técnicas de calidad ambiental del DMQ y TULAS, y si siguen teniendo falencias ubicarlas y arreglarlas hasta conseguir que la generación de contaminantes del sector artesanal estén bajo las normas establecidas. Presentar estos estudios y los respectivos PMA al MAE y solicitar la re-categorización estableciendo los motivos por las que se pide esta re-categorización.
- Las emisiones fugitivas se generan en varias áreas y son difíciles de cuantificar un método para poder tener una estimación de estas emisiones seria por el volumen de partículas captadas por las campanas o la cuantificación del volumen de ventilación aplicado en cada área.
- En el área de moldeo, colado y limpieza se obtendrán la mayor cantidad de emisiones fugitivas.

- Con respecto al miedo que se tiene acerca de que la altura de la llama que se genera en los hornos y queme los sistemas de tratamiento utilizados al final de las chimeneas por parte de los fundidores, la conclusión es que no se ha realizado un buen diseño ya que para ello se deben tener en cuenta parámetros como por ejemplo aceros resistentes a altas temperaturas y revestimientos refractarios etc.
- En nuestro país no existen específicamente normas ambientales que sean aplicables al sector de fundición, pero se encontraron normas ambientales generales para cualquier organización y se utilizaron aquellas.
- Muy pocas fundidoras artesanales hacen una auditoría ambiental debido a que son muy costosas, las grandes fundidoras si lo hacen, esta auditoria es importante para hacer un análisis ambiental de la fundidora y además se da ciertas recomendaciones para mejorar la parte ambiental del taller.
- En el sector de fundición el mayor problema ambiental son las emisiones gaseosas que salen por las chimeneas de los hornos, se hace muy difícil que se cumplan con los límites establecidos de las normas del DMQ, para reducir la cantidad de emisiones que salen por las chimeneas existen varios métodos que algunas fundidoras si lo tienen.
- La finalidad de las mediciones de emisiones gaseosas de los hornos es para demostrar la situación de los talleres de fundición, frente al cumplimiento de normas que regulan esta actividad, es decir si contaminan el medio ambiente o no.
- La cantidad de emisiones gaseosas dependen de los metales que se van a fundir, de los hornos y tecnologías utilizadas.
- Las mayores concentraciones de emisiones en hornos ocurren cuando las tapas o puertas son abiertas para cargar, inyectar oxígeno, remover la escoria y al colar.
- Las emisiones de ruido en un taller de fundición, son generadas durante el proceso de pulido, acabado y maquinado, por el uso de amoladoras y otras herramientas de trabajo.



## 6.2 RECOMENDACIONES

- Se deben realizar auditorías ambientales y energéticas internas más rigurosas a la que se realizó en esta tesis para observar el progreso de las fundidoras.
- Como bien se sabe la tecnología de fusión (hornos) más limpia son los hornos de inducción pero primero se debe realizar un estudio de relación costo beneficio si se desea realizar la adquisición de estos hornos debido al costo de estos hornos.
- Implementar plantas de moldeo para reducir las operaciones de moldeo manual y hacer esta operación más rápida.
- Si bien esta tesis es una generalización del sector artesanal de fundición aquí no están descritos todos los equipos, aparatos etc. de cada fundidora, sino más bien están descritos los equipos, aparatos y otros elementos que contienen todas las fundidoras en general por lo tanto para poder aplicar esta tesis se debe establecer una relación del taller aquí expuesto con sus respectivos talleres para que puedan aplicar las normas y distribución de planta aquí establecidas en la medida de lo posible ya que no todas tienen los mismos espacios, las mismas máquinas y los mismos equipos pero las recomendaciones aquí establecidas están realizadas con el fin de que todos los fundidores puedan aplicarlas.
- No hay necesidad de que el rediseño del taller se realice en su totalidad al mismo tiempo, sino más bien se puede realizar un plan de trabajo para rediseñar cada área mediante un plan de resultados a mediano plazo ya que es entendible que debido a la condición actual de las fundidoras, estos rediseños resulten demorosos. Pero no por ello no se debe realizar el rediseño del taller.

- Para los talleres de fundición los operarios deberán utilizar los equipos de seguridad necesarios que recomiendan la norma para que no tengan dificultades al momento de trabajar
- Es necesario que los talleres tengan una GPA (guía de prácticas ambientales) para que sepan gestionar lo siguiente: emisiones gaseosas, emisiones de ruido, desechos sólidos y aguas residuales si se dieran.
- Se necesita que la organización tenga un SGA (sistema de gestión ambiental) que recomienda la Norma ISO 14001 para que ellos puedan realizar un análisis ambiental y conocer su desempeño ambiental en el taller.
- Los dueños de las fundidoras deberán informar a los operarios acerca del SGA para que puedan aplicar en el taller de fundición y así mejorar la parte ambiental del taller.
- El almacenaje de residuos de la fundición después de sacarlo de cada área deben tener una correcta ubicación de preferencia en un patio exterior al extremo de las instalaciones.
- Es importante hacer mediciones de las emisiones gaseosas de los hornos para conocer si estos están dentro de los límites establecidos que nos indica la norma de DMQ, lo mismo se debe hacer un análisis de los residuos sólidos para saber si es un desecho peligroso o no y el mismo caso para las emisiones de ruido.
- Los tanques de gas deberán ubicarse fuera de las áreas de trabajo y principalmente lejos del calor del horno y lo mismo con los tanques de oxígeno.
- Los dueños de las fundidoras artesanales deberán conocer o informarse acerca de las normas ambientales que existen en nuestro país para que se den cuenta como está el desempeño ambiental del taller de fundición.
- Algunos talleres trabajan en forma desordenada es decir no tienen especificadas las áreas de trabajo, es importante organizar las áreas de trabajo para mejorar la producción y que los operarios puedan trabajar más rápido, así el taller tendrá mayor productividad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. <http://histinf.blogs.upv.es/2012/12/20/green-computing-2/>
2. <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART3.pdf>
3. ACHS, GUÍA PARA EL CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL, RUBRO DE FUNDICIONES, SANTIAGO-CHILE, OCTUBRE 2001
4. DIAGNÓSTICO INTEGRAL SECTOR DE FUNDICIÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO, ODES BARRANQUILLA, Diciembre 5 – 2005
5. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES DE REFERENCIA EUROPEA FORJA Y FUNDICIÓN, DOCUMENTO BREF, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO, 2009
6. <http://www.aandsmetal.com/esp/servicios/procesamiento-de-los-metales>
7. I.E.S. “Cristóbal de Monroy”. Dpto. de Tecnología, CONFORMACIÓN POR MOLDEO II, TECNOLOGÍA INDUSTRIAL
8. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-62302006000200006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-62302006000200006&script=sci_arttext)
9. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/396/metodos.html>
10. [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:78533/componente78531.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:78533/componente78531.pdf)
11. <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/955/1/CD-1416.pdf>,
12. ORDENANZA METROPOLITANA DEL DMQ No.404
13. INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN DE LA ORDENANZA METROPOLITANA DEL DMQ No. 404
14. NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN, TULAS, LIBRO VI ANEXO 3
15. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS, TULAS, LIBRO VI ANEXO 6

16. LÍMITES PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTE PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES, Y PARA VIBRACIONES LIBRO VI ANEXO, TULAS 5
17. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES RECURSO AGUA LIBRO VI ANEXO 1, TULAS
18. RESOLUCIÓN N° 0002-DMA-2008 ART 11, LA DIRECCION METROPOLITANA AMBIENTAL, NORMA TÉCNICA DE DESECHOS PELIGROSOS Y ESPECIALES
19. RESOLUCIÓN N° 0002-DMA-2008 ART 7, LA DIRECCION METROPOLITANA AMBIENTAL NORMA TÉCNICA PARA EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE FUENTES FIJAS
20. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 439:1984, COLORES, SEÑALES Y SÍMBOLOS DE SEGURIDAD
21. ISO 14001:2004, NORMA INTERNACIONAL, Traducción Certificada ISO 14001
22. NORMA INEN 663 CHATARRA DE FUNDICIÓN
23. ORDENANZA DE ZONIFICACIÓN N° 331 DEL CONCEJO METROPOLITANO DE QUITO
24. NORMA NTE INEN 439 COLORES, SEÑALES Y SÍMBOLOS DE SEGURIDAD
25. NORMA NTE INEN 802 EXTINTORES PORTATILES SELECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EN EDIFICACIONES

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### COTIZACIONES

#### EMPRESA 1: CICAM EPN

Los costos son los siguientes:

COMPUESTO		UNIDAD	COSTO
GASES	ÓXIDOS DE NITROGENO NO	ppm	560\$
	DIÓXIDO DE NITROGENO NO <sub>2</sub>	ppm	
	OXÍGENO O <sub>2</sub>	%	
	DIÓXIDO DE CARBONO CO <sub>2</sub>	%	
	MONÓXIDO DE CARBONO CO	ppm	
	DIÓXIDO DE AZUFRE SO <sub>2</sub>	ppm	
GASES	MATERIAL PARTICULADO	mg/m <sup>3</sup>	

RUIDO AMBIENTAL	UNIDAD	COSTO
	dB	61\$

ELEMENTO	COSTO POR MUESTRA	NÚMERO DE MUESTRA
Pb	20	5
Cu	20	
Ni	20	
Zn	20	

Cualquier duda adicional no dude en contactarme,

Martín Ortiz

Ingeniero Agroindustrial

0980642307 - 3938780 ext.2155 - martin.ortizm@epn.edu.ec

**DESECHOS SÓLIDOS****COSTOS PARA MEDIR METALES EN MUESTRAS DE DESECHOS SÓLIDOS  
(ESCORIAS)**

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

**COSTOS (SIN IVA) DE ANALISIS QUIMICOS POR ABSORCION ATOMICA**

Elementos analizados	Costo por muestra en \$USD
De 1 a 20 muestras / 1 elemento por muestra con <b>Acetileno</b> Ag, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Zn.	20,00
De 1 a 20 muestras / 1 elemento por muestra con <b>Oxido Nitroso</b> Al, V, Mo, Ti, Ba, Si, Be, B [Sn, Sb (aleaciones con alto contenido)]	25,00
De 1 a 20 muestras / 1 elemento por muestra via <b>Hidruros</b> Hg, As, Se, Bi, Sb, [Sn (aguas y suelos)]	30,00
De 1 a 20 muestras / 1 elemento (Au, Ag, [Au + Ag]) método de fusión – copelación – absorción atómica o disgregación ácida – extracción con DIBK (Sólo para Au).	50,00
De 1 a 20 muestras / varios elementos Au, Ag, Pt, Pd método de fusión – copelación o disgregación ácida – absorción atómica.	50,00 por primer elemento + 20,00 por cada elemento adicional.
Pb en gasolinas	20,00
Elementos analizados en bunker, vía cenizas	20,00 + costo por elemento
Análisis bronce, acero, aluminio por espectrofotometría de chispa, solo lectura	50,00
Análisis bronce, acero, aluminio por espectrofotometría de chispa y preparación de la muestra	60,00
Análisis bronce, acero, aluminio por espectrofotometría de chispa y preparación de la muestra y corte	70,00
Au lectura solución cianurada (1 muestra)	20,00
Ba en sólidos o lodos	170,00
Ag en flores	50,00
Si en sólidos > al 5%	150,00
Análisis ambientales en muestras líquidas de Industria Petrolera Sb, As, Ba, Cd, Pb, Hg, Se, Cr	200,00
Análisis de efluentes líquidos de acuerdo ordenanzas Municipales : As, Ba, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Ag, Se, Co, Zn, Pb	275,00
Costo de bodegaje por mes adicional para cada kilo	50,00

**TIEMPO DE ENTREGA DE LOS RESULTADOS:**

El análisis de 1 – 10 muestras, para 3 – 5 elementos requiere de 5 días laborables, contados a partir de su fecha de cancelación. Análisis para mayores cantidades de muestras y elementos, requerirá acuerdo previo.


**TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS SIN COSTO:** 1 mes

Fecha: 04 /01/ 2013

RUC - EPN 1760005620001



## EMPRESA 2: CORPLAB

	<b>PROFORMA N°: 1408-2180-MJ-DANIEL CASA</b>	Hoja: 01
	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	No. Páginas: 12

**NOMBRE DEL CLIENTE:** DANIEL CASA  
**DIRECCIÓN:** Taller Fundación por Solos Quito.  
**DIRIGIDO EN ATENCIÓN A:** DANIEL CASA  
**DIRECCIÓN ELECTRÓNICA:** [danielc2020@hotmail.com](mailto:danielc2020@hotmail.com)  
**TELÉFONO CONVENCIONAL:** NO DETALLADO POR EL CLIENTE.  
**TELÉFONO MÓVIL:** NO DETALLADO POR EL CLIENTE.  
**FAX:**  
**FECHA:** Monday, September 29, 2014

Tenemos el agrado de presentarle nuestra propuesta según su requerimiento:

**ÍTEM 1**  
 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: RUIDO AMBIENTAL  
 TIPO DE MUESTRA: RUIDO DIURNO.

MATRIZ:	ANÁLITO	MÉTODO DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO CORPLAB	LÍMITE DE REPORTE	UNIDAD	PRECIO UNITARIO, USD
ARE	RUIDO AMBIENTAL	ISO 1996-2:2007	POS - 19.00	41	dB	80.00

SUMA	ÍTEM 1	TOTAL, USD	# DE MUESTRAS	TOTAL, USD
		80.00	1	80.00

**ÍTEM 2**  
 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: GASES  
 TIPO DE MUESTRA: GASES

MATRIZ:	ANÁLITO	MÉTODO DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO CORPLAB	LÍMITE DE REPORTE	UNIDAD	PRECIO UNITARIO, USD
GASES	OXÍGENO	EPA CTM 002100 October 13, 1967 rev 7	POS-21.00 MUESTREO GASEOSO EN FUENTES FLUJAS	9.0	ppm	\$ 90.00
	NITRÓGENO NO			9.0	ppm	
	DIOXÍDO DE NITRÓGENO NO <sub>2</sub>			9.0	%	
	OXÍGENO O <sub>2</sub>			9.0	ppm	
	MONÓXIDO DE CARBONO CO			9.0	ppm	
DIOXÍDO DE AZUFRE SO <sub>2</sub>						

SUMA	ÍTEM 2	TOTAL, USD	# DE MUESTRAS	TOTAL, USD
		90.00	5	90.00

**ÍTEM 3**  
 MUESTREO: RUIDO GASES  
 LOGÍSTICA: QUITO

MUESTREO	35 USD Días	1 Técnico/h	35.00
LOGÍSTICA	75 USD Días	1 Día/h	75.00

SUMA	ÍTEM 3	TOTAL	NÚMERO DE DÍAS	TOTAL
		110.00	1.00	110.00

Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del Organismo de Acreditación Ecuatoriano, de Corplab Ecuador  
 \* "Certificado Parámetro Acreditado" Realizado por un laboratorio acreditado en el parámetro.  
 \* "Certificado Parámetro No Acreditado" Realizado por un laboratorio sin acreditación en el parámetro.  
 \* "Certificado Corplab Perú Parámetro Acreditado" Parámetro realizado por nuestro laboratorio filial en Perú con acreditación en el parámetro.  
 \* "Certificado Corplab Perú Parámetro No Acreditado" Parámetro realizado por nuestro laboratorio filial en Perú sin acreditación en el parámetro.

**COSTO TOTAL DE LA PROPUESTA, USD**

ÍTEM 1	80.00
ÍTEM 2	90.00
ÍTEM 3	110.00
<b>TOTAL</b>	<b>280.00</b>

( Docientos Setenta con 00/100 dólares) más IVA

### EMPRESA 3: ECUADOR AMBIENTAL

#### Alcance de la auditoría ambiental.

La Auditoría Ambiental ofrecida a la empresa incluye los aspectos indicados en el TULAS que corresponden a los siguientes:

No	Fases
1	Reunión de apertura de auditoría con Gerencia
2	Levantamiento de información inicial
3	Identificación cualitativa y cuantitativa de impactos ambientales
4	Identificación de no conformidades relacionadas con el cumplimiento de la normativa ambiental.
4	Identificación de riesgos industriales (seguridad industrial y salud ocupacional)
6	Elaboración del Plan de Prevención y Mitigación
7	Elaboración de Plan de Contingencias y Emergencias
8	Elaboración del plan de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial
9	Elaboración del plan de capacitación
10	Elaboración de plan de manejo de desechos
11	Elaboración de plan de relaciones comunitarias
12	Plan de monitoreo
13	Plan de seguimiento

#### VALOR Y FORMA DE PAGO

El valor del contrato es de US \$ 1800,00 + IVA. Este valor variará según la complejidad del estudio, después de realizada la inspección por los técnicos.

La forma de pago es:

50% a la firma del contrato

50% contra entrega del trabajo al Ministerio de Medio Ambiente.

Toda información adicional que se requiera como caracterizaciones físico-químicas de emisiones a la atmósfera, descargas líquidas, ruido y otros, no están incluidos en este valor y correrán por cuenta de la empresa. La empresa deberá pagar las tasas correspondientes a la revisión de Auditorías Ambientales establecidas por el Ministerio del Ambiente.

#### **PLAZO DE ENTREGA:**

El plazo para la entrega del trabajo es tres meses después de firmado el contrato, este plazo dependerá del tiempo de evaluación que disponga el Ministerio del Ambiente o Ente Regulador y de los alcances o documentos complementarios que dicho ente de control solicite.

#### **Reportes**

Se entregarán dos (2) reportes, un original y una copia en formato impreso y una copia en formato digital.

#### **PROPIEDAD Y CONFIDENCIALIDAD DE LOS DOCUMENTOS**

Todos los informes y documentos que resultaren del trabajo serán de propiedad de la empresa y, por otra parte, toda información obtenida por ECUADORAMBIENTAL, dentro del cumplimiento de sus obligaciones, así como sus informes y toda clase de documentos que se produzcan relacionados con la ejecución de sus labores serán considerados confidenciales, no pudiendo ser divulgados sin autorización expresa por escrito de la Empresa.

**Ing. Eduardo Briceño.**

CONSULTOR AMBIENTAL.

ECUADORAMBIENTAL.

#### **Medición de ruido**

**Equipo de Medición:** El equipo para el monitoreo es un Sonómetro Cirrus: 303, tipo 2, apto para trabajo en campo; con este equipo puede medirse en dos rangos de medida, bajo de 35 a 135, con una precisión de 0.1 dB. Cuenta con su

respectivo Certificado de Calibración de fábrica, por tanto este equipo es apropiado para realizar los estudios de ruido de medio ambiente.

**Costos:** Monitoreo Normal Diurno o Nocturno: 70 USD + IVA por jornada, hasta 8 Puntos de Monitoreo.

5 USD + IVA (Por Punto adicional)

Levantamiento de Mapa de Muestreo<sup>1</sup>: 20 USD + IVA

<sup>1</sup> Aplica en caso de que la empresa no tenga uno o haya que actualizarlo.

Para mayor información, contáctese con nosotros.

### Calidad del aire

- Levantamiento de Puntos internos de medición de calidad de aire.
- Entrega del Informe técnico.

DESCRIPCION TECNICA - CALIDAD DE AIRE							
Parámetros a monitorear	Expresado como	Unidad	Equipo	Método	Rango de medición	Resolución	Tiempo de respuesta
Material Particulado	PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>4.5</sub> , PM <sub>10</sub>	mg/m <sup>3</sup>	Dustscan scout or Dustscan sentinel Aerosol Monitor	Infrarojo	0-100	---	---
Oxígeno	O <sub>2</sub>	%V	QRAE PLUS multigas monitor	Sensor Electroquímico	0-30	0.1	15 seg.
Límite de explosividad	LEL	%V	QRAE PLUS multigas monitor	Sensor Electroquímico	0-100	1.0	15 seg.
Oxido de carbono	CO	ppm	QRAE PLUS multigas monitor	Sensor Electroquímico	0-500	1.0	40 seg.
Oxido de carbono	CO <sub>2</sub>	ppm	IQRAE monitor de calidad de aire	Sensor infrarojo NDIR	0-20000	10	60 seg.
Sulfuro de Hidrógeno	H <sub>2</sub> S	ppm	QRAE PLUS multigas monitor	Sensor Electroquímico	0-100	1.0	35 seg.
Oxido de azufre	SO <sub>2</sub>	ppm	QRAE PLUS multigas monitor	Sensor Electroquímico	0-20	0.1	35 seg.
Oxido de Nitrógeno	NO	ppm	QRAE PLUS multigas monitor	Sensor Electroquímico	0-250	1.0	30 seg.
Oxido de Nitrógeno	NO <sub>2</sub>	ppm	QRAE PLUS multigas monitor	Sensor Electroquímico	0-20	0.1	25 seg.
Temperatura	T	°C	IQRAE monitor de calidad de aire	Termistor de precisión	0-50	0.1	300 seg.
Compuestos Orgánicos Volátiles (Benceno, Toluno, Xileno)	B,T,X	ppm	QRAE PLUS multigas monitor	Sensor Electroquímico	---	---	---

Los costos con la caracterización de todos los parámetros detallados en la tabla anterior son los siguientes

Costos:

- Monitoreo Normal Diurno o Nocturno: 100 USD + IVA por punto de medición.
- 100 USD + IVA (Por Punto adicional)
- Levantamiento de Mapa de Muestreo: 20 USD + IVA (Aplica en caso de que la empresa no tenga uno o haya que actualizarlo).

Se trabaja con laboratorios acreditados por el OAE.

Para mayor información, contáctese con nosotros.

**Tel: 2233981 / 087261648 – FAX: 2233981 - email:**

**[servicios@ecuadorambiental.com](mailto:servicios@ecuadorambiental.com)**

**[www.ecuadorambiental.com](http://www.ecuadorambiental.com)**

## ANEXO 2

### NORMA NTE INEN 439 COLORES, SEÑALES Y SÍMBOLOS DE SEGURIDAD

Señales de prohibición: están representadas por un círculo con una franja de color roja e indican la prohibición de ingresar o de realizar alguna actividad.



Señales de obligación: representadas por un círculo azul y fondo de color blanco y significa la obligatoriedad de utilizar el equipo de protección.



Señales de advertencia: representadas por un triángulo negro con fondo amarillo y pictograma y letras negras y advierte el peligro de una área u operación.



Señales de seguridad: representadas por un rectángulo o cuadrado con fondo verde símbolo blanco e indican salidas de emergencia, rutas de escape.



Señales de prevención y control de incendios





## ANEXO 3

## EMPRESAS FUNDIDORAS

N°	CIUDAD	NOMBRE DE LA EMPRESA	DIRECCIÓN	E-MAIL	REPRESENTANTE LEGAL	TELÉFONO	ACTIVIDAD DE LA EMPRESA	PRINCIPALES PRODUCTOS
1	QUITO	Talleres Metalúrgicos	Sector industrial eternit: rieles del tren	-	Manuel Llano	2692169/0 97687763	Fundición en hierro gris	Alcantarillado
2	QUITO	FUNSA	Conocoto alto, barrio el rosario, loma de puengasi, x la escuela borja	<a href="mailto:funza_orozco@hotmail.com">funza_orozco@hotmail.com</a>	Ing. Gabriel Orozco Torres	2347- 217/09560 9931	Fundición ferrosos	Cerámica Sanitaria
3	QUITO	INDALRO	Panamericana Sur, Km 16 sector industrial del sur, barrio Manuelita Sáenz	<a href="mailto:fundiciones_rosales@hotmail.com">fundiciones_rosales@hotmail.com</a>	Alirio Rosales	2690176/3 006507	Fundición en aluminio	Ollas de aluminio
4	QUITO	MAIFAB	Guamani, la perla calle Daniel F (a la vuelta de ecuaipoleas)	-	María Merino	23652759	Fundición en hierro	Automotrices
5	QUITO	FUNDIDOS NARVÁEZ	Barrio la joya #2, km 17 1/2; gasolinero petrolcomercial	-	Edison Narváez	02- 3066539	Fundición en aluminio	Ollas de aluminio
6	QUITO	TECNO FUNDICIÓN	Av. Eloy Alfaro y Aceitunos. Lote 2	<a href="mailto:tecnofundición@hotmail.com">tecnofundición@hotmail.com</a>	Jorge Minda	2808639/0 99284415/ 2807968	Fundición partes y piezas	Automotrices, alcantarillado, piezas especiales
7	QUITO	FUNDIALEACIONES	Carcelén barrio Vilcabamba, calle B y lote 38	<a href="mailto:fundialeaciones@yahoo.es">fundialeaciones@yahoo.es</a>	Ing. Patricio Campoverde	2031576/0 99375440	Fundición en hierro	Alcantarillado
8	QUITO	FADISHIEG S.A.	Puertas del sol#1, pasaje C, casa 59, sector Carcelén	<a href="mailto:fadishieg@hotmail.com">fadishieg@hotmail.com</a>	Cristina Cáceres	2485089	Fundición de hierro	Alcantarillado
9	QUITO	TECNIPOLEAS	Panamericana sur km 15 1/2, calle 6, lote 6, x el colegio vida nueva	<a href="mailto:williamtroya@hotmail.com">williamtroya@hotmail.com</a>	Miguel Troya	300-7028	Fundición en aluminio	Poleas
10	QUITO	FUNDICIÓN SANTACRUZ	Barrio manuelita Sáenz	-	Lelia Arteaga	00000824	Fundición en aluminio	Ollas de aluminio
11	QUITO	FUNDICIÓN EN ARTÍCULOS DE METALES	Ciudadela Florencia de Carapungo, Cutulagua	-	Andrés Marcellio	3066538	Fundición en aluminio	Ollas de aluminio
12	QUITO	FUNDICIÓN GARCÍA	Santa Catalina calle O lote 169, Cutulagua	-	Jorge García	3007117	Fundición en aluminio	Ollas de aluminio

1	QUITO	FUNES FAR	Cutulagua, barrio Sta. Catalina (gasolinera petrocomercial)	-	César Esmeraldas	090500105	Fundición en aluminio	Ollas de aluminio
3	QUITO	FUNDIMET	Antonio Flor N74-63 Y Antonio Bazantes	byr_hotmail.com	Byron Ramirez	2485709	Fundición de hierro	Alcantarillado
1	QUITO	FUNDICIÓN H&R	Chillogallo Marcos Escorza lote 60		Hugo Rueda	084385817	Fundición no ferrosos	Carrocerías
5	QUITO	ABRIWVAL	Av. Los aceitunos y Eloy Alfaro	abriwvalve@hotmail.co	Oswaldo Salazar	2485489/2 425022	Fundición en hierro	Alcantarillado
1	QUITO	ECUAPOLEAS	Guamaní, la perla calle Daniel F x la UNITA	tomalatroya@hotmail.com	Darwin Tomala	23650828	Fundición en aluminio	Poleas
1	QUITO	FUNDICIONES JR	Los aceitunos N E-70 Y 10 de Agosto (Cotocollao)	fundicionesjr@msn.com	Jaime Rodrigo Robles	2473606/0 97272643	Fundición en aluminio, bronce	Automotrices, oleoducto, semaforización
8	QUITO	FUNCO F	Los aceitunos E1-70 y Av 10 de Agosto	carlosrobles@yahoo.com	Carlos Robles	2473606	Fundición no ferrosos	Automotrices, alcantarillado, piezas especiales
1	QUITO	FUNYMAQ	Sangolquí Via Amaguaña km 5 1/2 junto a Avon	infoventas@funymaq.com	Yahaira Figueroa	2081137/0 99732920	Fundición hierro gris	Alcantarillado, automotrices, piezas especiales
2	QUITO	DAFIGO	Teodoro Gómez de la torre 512-231 y Pujilí sector San Bartolo	dafigo@hotmail.com	Rommel Figueroa Díaz	2644-550 ext 104	Fundición	Maquinaria y equipo metálico, alcantarillado, grifería
1	QUITO	FUNDICIONES DE ALUMINIO	Barrio Matilde Álvarez calle 7 lote 79 28	-	Fernando Rosales	095127396	Fundición en aluminio	Ollas de aluminio
2	QUITO	FIGSA	Sangolquí Via Amaguaña km 5 1/2 junto a Avon (al interior de FUNYMAQ)	maf100@hotmail.com	Marco Figueroa	02-3808382	Fundición en hierro gris	Alcantarillado y otros
3	QUITO	FUNDIRECORD	Calderón, Barrio Vilcabamba H. Lote 74 y Calle G	fundirecord@hotmail.com	Eugenio Sarmiento	2030534/0 99599381	Fundición hierro gris	Tapas y Rejillas, discos de embrague
2	QUITO							
4	QUITO							

2	QUITO	FUNTEIN	Mitad del Mundo, vía Calacalli calle Moraspungo	<a href="mailto:funteincom@gmail.com">funteincom@gmail.com</a>	Ing. Iván Cajas	2394827	Fundición de hierro	Alcantarillado
5	QUITO	ECUAVÁLVULA	Av. 6 de diciembre N53-225 y los Pinos	<a href="mailto:emjimenez15@hotmail.com">emjimenez15@hotmail.com</a>	Erika Jiménez	5101095/2414408	Fundición en hierro y aluminio	Valvulas de compuerta e hidrantes
6	QUITO	FUNDIFER	Calderón, Mariana de Jesús Lote 7	<a href="mailto:fundifer2010@hotmail.com">fundifer2010@hotmail.com</a>	Fernando Rivera	098698963/2827110	Fundición en hierro	Alcantarillado y piezas especiales
2	QUITO	FUNDIRECICLAR	Panamericana Norte Km 14 1/2 Barrio El Carmen, entrada a Llano Grande/Chico, calle 25 de noviembre, lote N92 y calle 1	<a href="mailto:ejhaves@celimec.com.ec">ejhaves@celimec.com.ec</a> <a href="http://www.ecuainox.com.ec">www.ecuainox.com.ec</a>	Ing. Jaime Chávez P.	2825084	Fundición en acero, hierro, cobre, aluminio, otros	Alcantarillado, piezas especiales, válvulas de compuerta, hidrantes
2	QUITO	FUNDEBOG	Mitad del Mundo, barrio San Antonio, calle el Calvario 52-183 y Santa Ana	<a href="mailto:fundebug@hotmail.com">fundebug@hotmail.com</a>	Carlos Julio Santana	2396029	Fundición en hierro, cobre, aluminio y Zamac	Piezas Especiales y Oleoducto
3	QUITO	FUNDIPARTES	Av. José de la Rea y Francisco García	<a href="mailto:info@vymza.net">info@vymza.net</a>	Ing. Teresa Morales	099466364/2474090	Fundición en Zamac	Tomas de Gas, Tuercas
3	QUITO	AB FUNDICIONES	Panamericana Norte Km 12	<a href="mailto:wilsonjaramillo2009@hotmail.com">wilsonjaramillo2009@hotmail.com</a>	Wilson Jaramillo	2429648	Fundición en hierro	Discos, Tambores automáticos, Tapas de alcantarillado, Rejillas
3	QUITO	FUNDICIONES SAGUER	Av. 6 de diciembre N64-106 y panamericana norte	<a href="mailto:fundicioneszsaguer70@yahoo.com">fundicioneszsaguer70@yahoo.com</a>	Marco Saguer	2473602/082744347	Fundición en hierro, cobre y aluminio	Piezas de alcantarillado, Piezas Automotrices
3	QUITO	FUNDIEC S.A FUNDICIONES DEL ECUADOR	ALFONSO MONCAYO 455 Y PANAMERICANA NORTE km 10 1/2 PLOX. CASA 455		María Elizabeth Rivera Weir	2-424-675	No permitieron acceso a entrevistas	
3	QUITO	FUNDICIONES JCR	Sangolquí, AV. GRAL ENRIQUE 4885 Y VIA A AMAGUAÑA, por atrás de DANEC		Juan Carlos Ricalde	2-333-888/2-333-891	No permitieron acceso a entrevistas	
3	QUITO	ADELCA	Panamericana Norte Km 14 frente a la entrada Llano Grande/chico		Fernando Alvarez	2023322	No permitieron acceso a entrevista	Varillas, Perfiles, Trefilados
3	QUITO	NOVACERO	Panamericana Norte Km 15			2719047	No permitieron acceso a entrevista	



## ANEXO 4

**TABLA DE MATERIALES, MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS MÁS RELEVANTES OBSERVADOS EN EL MOMENTO DE LAS INSPECCIONES EN CADA ÁREA DE CADA TALLER DE FUNDICIÓN.**

Área	Materiales	Máquinas	Herramientas	Otros
<b>Almacenamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chatarra de Fe</li> <li>• Arena sílice</li> <li>• Coque</li> <li>• Ladrillo refractario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palas</li> <li>• Escobas</li> <li>• Combos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos</li> </ul>
<b>Maquinado y bodegas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanques de CO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor eléctrico</li> <li>• Soldadora</li> <li>• Compresor</li> <li>• Taladros</li> <li>• Amoladoras</li> <li>• Torno industrial</li> <li>• Esmeriles</li> <li>• Taladro de banco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas (llaves, alicates, martillos etc.)</li> <li>• Picos</li> <li>• Palas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos</li> <li>• Piezas fundidas sin maquinar y limpiar</li> <li>• Cajas para moldes</li> <li>• Cajas de tornillos, tuercas etc.</li> </ul>
<b>Limpieza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasolina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amoladoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combos</li> <li>• Cepillos</li> <li>• Puntas (tipo cinceles)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piezas fundidas y limpiadas que sobran</li> </ul>
<b>Moldeo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arena sílice</li> <li>• Ladrillo refractario</li> <li>• Coque</li> <li>• Carbón bituminoso</li> <li>• Bentonita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hornos cubilote</li> <li>• Horno de fosa</li> <li>• Horno de crisol</li> <li>• Mezcladora de arena</li> <li>• Ventiladores para inyección de aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamices</li> <li>• Palas</li> <li>• Cayanas</li> <li>• Porta cayanas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cajas de moldes</li> </ul>

Fundidora 1

<b>Moldeo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arena de moldeo para reprocesar</li> <li>• Bentonita</li> <li>• Polvo de carbón</li> <li>• Tanque de CO<sub>2</sub></li> <li>• Chatarra Fe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compresores de pintura</li> <li>• Mezcladora de arena</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas de moldeo (conos, tubos para bebederos, apisonadores de metal, tamices, combos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cajas de moldes metálicas y madera</li> </ul>
	<b>Acopio de chatarra.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mazos</li> <li>• Combos</li> </ul>		
<b>Acopio de carbón</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coque</li> </ul>			
<b>Horno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chatarra Fe</li> <li>• Coque</li> <li>• Ladrillo refractario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horno de cubilote</li> <li>• Ascensor para cargar metal al horno</li> <li>• Ventiladores para inyección de aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cayanas</li> <li>• Porta cayanas</li> <li>• Palas</li> <li>• Picos</li> <li>• Combos</li> <li>• Mazos</li> </ul>	
<b>Terminados</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amoladoras</li> <li>• Soldadora</li> <li>• Banco de pruebas</li> </ul>		
<b>Torno</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torno industrial</li> <li>• Roscadora</li> <li>• Cortadora de disco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas para el torno</li> </ul>	
<b>Moldeo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arena de moldeo para reprocesar</li> <li>• Arena sílice</li> <li>• Bentonita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcladora de arena</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palas</li> <li>• Picos</li> <li>• Herramientas de moldeo (cucharas, apisonadoras manuales etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cajas de moldes de madera y metal</li> </ul>
<b>Horno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chatarra de Fe</li> <li>• Coque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horno de cubilote</li> <li>• Horno de reverbero artesanal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cayanas</li> <li>• Porta cayanas</li> </ul>	
<b>Terminados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ladrillo refractario</li> <li>• Sacos de arena sílice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amoladoras</li> <li>• Taladro de banco</li> </ul>		

Fundidora 2

Fundidora 3


Fundidora 4	<b>Bodega (modelos y moldes)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasolina</li> <li>• Bentonita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldadora</li> <li>• Compresor para pintura</li> <li>• Amoladoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Martillos</li> <li>• Combos</li> <li>• Cajas de herramientas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos</li> </ul>
	<b>Moldeo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arena de moldeo para reprocesar</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• herramientas para moldear (conos, apisonadores, tubos martillos, tamices)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cajas de moldes de madera</li> </ul>
	<b>Hornos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diésel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horno de reverbero artesanal</li> <li>• Horno de crisol fijo</li> <li>• Ventiladores para inyección de aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cucharas para colar metal líquido</li> </ul>	
	<b>Bodegas (Moldes /chatarras)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chatarra de Al</li> <li>• Chatarra de bronce</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas de moldeo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos</li> <li>• Piezas terminadas</li> </ul>
	<b>Maquinados</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fresadora</li> <li>• Taladradora de banco</li> </ul>		
	<b>Torno</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torno industrial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas para el torno</li> </ul>	
	<b>Moldeo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arena de moldeo para reprocesar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcladora de arena</li> <li>• Tamizadora de arenas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combos</li> <li>• Picos</li> <li>• Apisonadores</li> <li>• Mazos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cajas de moldes de madera</li> </ul>
	<b>Chatarra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chatarra de Fe</li> </ul>			
	<b>Coque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coque</li> </ul>			
	<b>Escorias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escoria</li> </ul>			
Fundidora 5	<b>Hornos</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horno cubilote</li> <li>• Ventiladores para inyección de aire</li> </ul>		
	<b>Acabados</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amoladoras</li> <li>• Torno industrial</li> <li>• Fresadora</li> </ul>		





				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventiladores</li> <li>• Amoladoras</li> </ul>		
<b>Moldeo en coquillas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diésel</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldadora</li> <li>• Taladradoras de pedestal</li> <li>• Hornos de crisol cerrados</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanques de diésel vacíos</li> <li>• Ollas</li> <li>• Radiadores de Al.</li> <li>• Coquillas</li> </ul>	
<b>Chatarra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chatarra de Al negro</li> <li>• Chatarra de Al blanco</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amoladoras</li> <li>• Cizallas</li> <li>• Cortadoras</li> <li>• Sierras de mano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas (desarmadores, playos, llaves mistas etc.)</li> </ul>		
<b>Fundición</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ladrillo refractario</li> <li>• Diésel</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horno cerrado</li> <li>• Ventilador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas (alicates, martillos etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coquillas</li> <li>• Modelos grandes</li> </ul>	
<b>Producto bruto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piezas que se pasaran al maquinado</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos grandes de poleas</li> </ul>	
<b>Maquinado y pintado</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tornos industriales</li> <li>• Taladros de pedestal</li> <li>• Pulidoras de cepillo</li> <li>• Compresores de pintura</li> </ul>			
<b>Bodega</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embalajes</li> <li>• Etiquetas</li> <li>• Piezas terminadas</li> </ul>					
						Fundidora 8

**ANEXO 5**  
**CUESTIONARIOS**

	<b>ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL INGENIERÍA MECÁNICA</b>	Diagnóstico del sector de fundición artesanal	<b>PÁG: 1</b>
<b>CUESTIONARIOS DE DIAGNOSTICO TÉCNICO-AMBIENTAL PARA FUNDICIÓN</b>			
Nombre de la fundidora:	Propietario:	Dirección:	Telf.: Correo:
Horarios de trabajo:	Años de funcionamiento:	Fecha:	Nº trabajadores: Zona:
Actividad o Metales que funde:			
Productos fabricados:			
Proceso productivo:		Áreas:	
Proceso productivo:		Gestión ambiental:	







	<p>ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL INGENIERÍA MECÁNICA</p>	<p>Diagnóstico del sector de fundición artesanal</p>	<p>PÁG: 5</p>
---	---	--	---------------

Condiciones de trabajo:

Condición	De acuerdo	Deficiente	Observaciones
Iluminación			
Temperatura			
Nivel de ruido			
Gases de combustión			
Estado de máquinas			
Espacio de trabajo			
Estado de pisos			
Estado de techos y cubiertas			
Estado de paredes			
Instalaciones eléctricas			
Señales de seguridad			
Demarcación de áreas			
Medidas contra incendios			
Botiquín de primeros auxilios			
Orden y aseo			
EPPS			
Estadísticas de accidentes			
Principales factores de riesgo			

	<p>ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL INGENIERÍA MECÁNICA</p>	<p>Diagnóstico del sector de fundición artesanal</p>	<p>PÁG: 6</p>
---	---	--	---------------

Observaciones durante la inspección:

Observación	Ubicación	Razón

Esquema de distribución de planta ubicando puntos críticos:



	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL INGENIERÍA MECÁNICA	Diagnóstico del sector de fundición artesanal	PÁG: 7
---	---	---	--------

Balance de masa para los hornos utilizados

--

Últimos  
comentarios: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Firma del propietario: \_\_\_\_\_ Firma del encuestador \_\_\_\_\_

## ANEXO 6

### PISTOLAS PARA ANÁLISIS DE CHATARRA DELTA Element Analizador XRF portátil, potente y económico PARA 23 ELEMENTOS CUYO COSTO ES \$33.355,14



Es capaz de identificar aleaciones, clasificar y analizar metales de manera rápida y fiable. Todo ello permite proporcionar un retorno apropiado sobre la inversión para las diversas aplicaciones de clasificación de chatarra, identificación positiva de los metales (PMI), control y garantía de calidad (QA/QC), metales preciosos y joyería.

Aplicaciones:



#### Clasificación de la chatarra

El analizador XRF portátil DELTA Element permite identificar los elementos de manera rápida y fiable en las aplicaciones de clasificación de la chatarra. Gracias a su estructura robusta, el analizador puede ser utilizado en los entornos de procesamiento más difíciles para clasificar y analizar los aceros inoxidables y los aceros de alta aleación en tan sólo segundos.



#### Identificación positiva del material (PMI)

El analizador DELTA Element brinda una identificación positiva de los materiales (PMI) rápida y fiable siempre que es requerida. Por ejemplo, los análisis efectuados con el analizador permiten confirmar que los tubos y remaches instalados en una estructura respetan las especificaciones del material solicitado. Los análisis pueden desarrollarse en todo momento y lugar manteniendo una alta fiabilidad.



### Control y garantía de calidad de las aleaciones (QA/QC)

El analizador DELTA Element brinda una composición química altamente específica de los materiales bajo ensayo. Ello permite identificar rápidamente y con precisión los grados de aleación y los metales puros para asegurar el control y la garantía de calidad de las piezas. Gracias al analizador, la determinación de la composición química de las aleaciones y la identificación de sus grados permiten confirmar de manera simple, rápida y fiable las especificaciones sobre el material, desde el fabricante hasta el usuario final.

Para toda consulta, visite:

[www.olympus-ims.com/contact-us](http://www.olympus-ims.com/contact-us)



### Joyería y metales preciosos

El analizador XRF DELTA Element proporciona rápidamente la composición química de las aleaciones y la clasificación de los quilates de los metales preciosos en un ensayo no destructivo ni invasivo. El analizador permite determinar el precio de valoración de los metales preciosos según sus componentes para actividades de importación y venta de metales preciosos, producción de joyas o procesamiento de chatarra. La base Flex Stand brinda una cámara de ensayos blindada para efectuar ensayos de pequeños componentes, como las joyas.



**Analizadores XRF portátiles**  
**Reciclaje y clasificación de la chatarra**  
**PARA 28 ELEMENTOS CUYO COSTO ES \$ 63.365,84**



Configurado con el paquete estándar de 25 elementos (o más), el analizador DELTA identifica la composición química y el grado de las aleaciones en pocos segundos. Desde una simple hasta una ardua clasificación de los grados, el analizador DELTA especifica de manera exacta la composición química del material para identificar los grados de pureza del metal y de las aleaciones. La función de Clasificación inteligente del analizador DELTA optimiza el rendimiento de la clasificación de chatarra.

**Donde la resistencia y la eficacia convergen**



Para toda consulta, visite: [www.olympus-ims.com/contact-us](http://www.olympus-ims.com/contact-us)

ANEXO 7

DELIMITACIÓN DE ÁREA EN SUELOS



**PERÚ**  
Ministerio de Energía y Minas



**APOGORE**  
ASOCIACIÓN PERUANA DE ORGANISMOS REGULADORES DE ENERGÍA

**D.S. 055-2010-EM**  
**REGlamento DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**  
**ANEXO N° 11**  
**CÓDIGO DE SEÑALES Y COLORES**

**COLORES DE IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS DE ACUERDO A NTP 399-012**

AGUA	VAPORES DE AGUA
PETRÓLEO Y DERIVADOS	CONTRA INCENDIO
DRENAJE	AIRE
AGUA SERVIDA	

**COLORES DE IDENTIFICACIÓN DE GASES INDUSTRIALES CONTENIDOS EN ENVASES A PRESIÓN SEGÚN NTP 590-013**



**PIELOS DE IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS SEGÚN NTP 993-005**

Metal	Propagable	No Propagable
Vidrio		
Papel y cartón		
Plástico		
Orgánico		
Generales		
Peligrosos		

**CABLES ELÉCTRICOS SEGÚN MEDIDAMENTO TI-08-04-2011-EM**

4100 VMA	
240 VMA	
440 VMA	
200 VMA	
220 VMA	
110 VMA	
Indefinido Óptico	

**CÓDIGO CANAL PARA IDENTIFICACIÓN DE CABLES ELÉCTRICOS**

AMARILLO	ROJO	AZUL	VERDE
1-10	11-20	21-30	31-40
41-50	51-60	61-70	71-80
81-90	91-100	101-110	111-120

**SEÑALES DE PELIGRO**

AMARILLO	ROJO	AZUL	VERDE
1-10	11-20	21-30	31-40
41-50	51-60	61-70	71-80
81-90	91-100	101-110	111-120

**SEÑALES DE ATENCIÓN**

AMARILLO	ROJO	AZUL	VERDE
1-10	11-20	21-30	31-40
41-50	51-60	61-70	71-80
81-90	91-100	101-110	111-120

**SEÑALES DE PROHIBICIÓN**

AMARILLO	ROJO	AZUL	VERDE
1-10	11-20	21-30	31-40
41-50	51-60	61-70	71-80
81-90	91-100	101-110	111-120

**SEÑALES DE OBLIGATORIO**

AMARILLO	ROJO	AZUL	VERDE
1-10	11-20	21-30	31-40
41-50	51-60	61-70	71-80
81-90	91-100	101-110	111-120

**SEÑALES DE INFORMACIÓN GENERAL**

AMARILLO	ROJO	AZUL	VERDE
1-10	11-20	21-30	31-40
41-50	51-60	61-70	71-80
81-90	91-100	101-110	111-120

**SEÑALES DE INFORMACIÓN ESPECÍFICA**

AMARILLO	ROJO	AZUL	VERDE
1-10	11-20	21-30	31-40
41-50	51-60	61-70	71-80
81-90	91-100	101-110	111-120

EN CONSULTAR CON LA NTP-108-011-1. CUALQUIER SEÑAL NECESARIA QUE NO SE ENCUENTRE EN EL PRESENTE MEDIO DEBERÁ PASEAR EN EL MARCO DE ACUERDO A NORMA