

ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN MECANICA

"ESTUDIO DE MERCADO DE LA FUNDICION
EN EL ECUADOR"

PROYECTO DE GRADO

Previo a la obtención del Título de

INGENIERO MECANICO

Presentado por

FREDDY VELASCO PEREZ

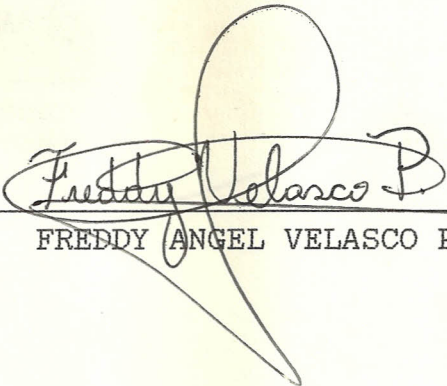
GUAYAQUIL - ECUADOR

1991

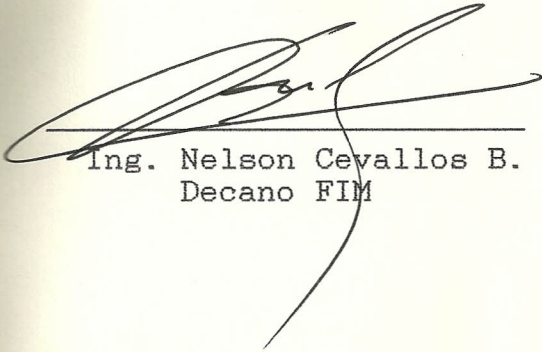
DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este Proyecto de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Tópico de Graduación)



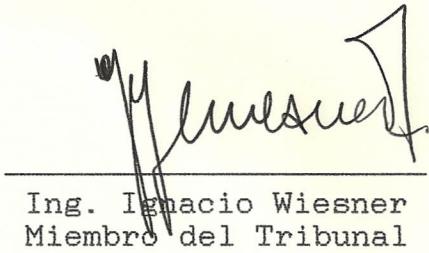
FREDDY ANGEL VELASCO PEREZ



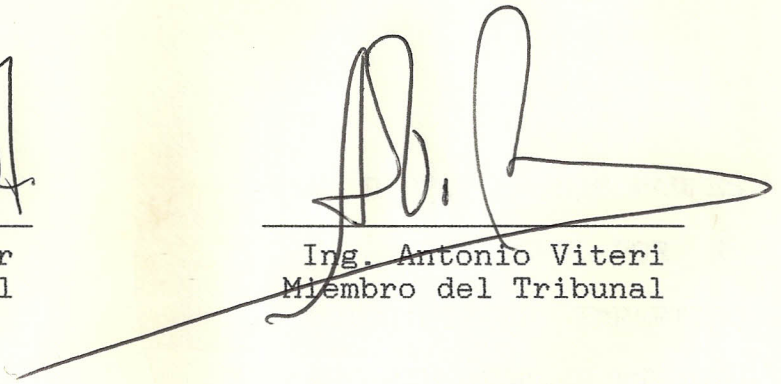
Ing. Nelson Cevallos B.
Decano FIM



Ing. José Pacheco M.
Director del Tópico



Ing. Ignacio Wiesner
Miembro del Tribunal



Ing. Antonio Viteri
Miembro del Tribunal

A G R A D E C I M I E N T O

A DIOS, A MIS PADRES
Y A LA ESPOL POR EL
CONOCIMIENTO IMPARTIDO
EN MIS AÑOS DE ESTUDIO

DEDICATORIA

A MIS PADRES
Y HERMANOS

RESUMEN

Este trabajo constituye sin lugar a dudas la etapa más importante del proyecto " Tecnología de las arenas de moldeo ", ya que como primer paso es necesario conocer la condición real en que se desenvuelve el sector de la fundición en nuestro país, y sus posibilidades de desarrollo.

Los resultados de este estudio tienen por finalidad, en términos generales, proporcionar información sobre la capacidad de producción y nivel tecnológico con que se desenvuelven las empresas más significativas de este sector.

La información presentada en este trabajo está analizada tanto cualitativa como cuantitativamente, de tal forma que en base a estos resultados se pueda seleccionar empresas que interactúen a través del proyecto para realizar la transferencia tecnológica con el resto de las empresas.

I N D I C E G E N E R A L

	Pág.
RESUMEN	vi vi
INDICE GENERAL	vii vii
INDICE DE TABLAS	ix ix
INDICE DE ABREVIATURAS	x x
SIMBOLOGIA	xii xii
ANTECEDENTES	xiv xiv
 CAP. #1: PLAN DE TRABAJO	
1.1 Revisión de estudios anteriores y de información bibliográfica	1 1
1.2 Discusiones iniciales	1 1
1.3 Elaboración de la encuesta	2 2
1.4 Selección de la muestra	3 3
1.5 Visitas a Organismos e Industrias ...	4 4
 CAP. #2: ANALISIS DE RESULTADOS	
2.1 Presentación de los resultados del estudio	6 6
2.2 Estimación de la Capacidad de Producción a nivel nacional	19 19
2.3 Análisis Tecnológico de las etapas	

del proceso de fundición	23
2.3.1 Modelos	23
2.3.2 Arenas	25
2.3.3 Moldeo	27
2.3.4 Elaboración de machos	28
2.3.5 Equipos de fusión	29
2.3.6 Materiales de carga	31
2.3.7 Colado	33
2.3.8 Desmoldeo - Limpieza	33
2.3.9 Control de Calidad	35
2.3.10 Personal	36
2.3.11 Aspectos varios	36
CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES	40
ANEXOS	42
BIBLIOGRAFIA	57

I N D I C E D E T A B L A S

No.	Descripción	Pág.
I	CAPACIDAD DE PRODUCCION	7
II	MATERIALES PRODUCIDOS	8
III	MATERIA PRIMA Y MATERIALES UTILIZADOS	10
IV	INSTALACIONES Y EQUIPOS PARA FUSION, MOLDEO Y CONTROL DE MATERIALES	12
V	METODOS DE MOLDEO PARA MACHOS Y PARA MOLDES	15
VI	DEFECTOS MAS COMUNES QUE SE PRESENTAN EN LAS PIEZAS FUNDIDAS	17
VII	ENSAYOS QUE SE REALIZAN PARA CONTROL DE CALIDAD	18
VIII	PRODUCCION ANUAL TOTAL EN TONELADAS	20
IX	CLASIFICACION DE LA PLANTAS DE FUNDICION LOCALES DE ACUERDO A SU PRODUCCION ANUAL	21

INDICE DE ABREVIATURAS

Alea./alea.	Aleación
Aust.	Austenítico
Av.	Avenida
bas.	Basculante
CAP.	Capítulo
Chat.	Chatarra
CIA.	Compañía
CORON.	Coronel
Cuch.	Cuchara
Deter.	Determinador
Dic.	Diciembre
Dir.	Dirección
Dispar.	Disparadora
Ec.	Economista
ECUATOR.	Ecuatoriana
Edif.	Edificio
élec.	Eléctrico
E.N.D.	Ensayos no destructivos
Eq.	Equipo
esq.	Esquina
estruc.	Estructura
F.B.	Fundición blanca
ferr.	Ferrosos
F.G.	Fundición gris
F.N.	Fundición nodular
FUND./Fund.	Fundición
Gral.	General
H.	Horno
Inclus.	Inclusiones
IND./Ind.	Industrias
induc.	Inducción
Ing.	Ingeniero
inox.	Inoxidable
Lic.	Licenciado
Lot.	Lotización
LTDA.	Limitada
Máq.	Máquina
MEC.	Mecánica
MET.	Metal
METAL.	Metalúrgica/o
metalog.	Metalográfica/o
mezcl.	Mezclador

Micros.	Microscopio
Mod.	Modificadores
mold.	Moldeo
neumát.	Neumáticos
Of./of.	Oficina
Panam.	Panamericana
Partíc.	Partícula
Penetr.	Penetración
pre.	Preparación
refrac.	Refractario/as
S.A.	Sociedad anónima
Sili.	Silicato
Sta.	Santa
TALL.	Taller
Telf.	Teléfono
T.T.	Tratamientos Térmicos

S I M B O L O G I A

Al	Aluminio
ASOMETAL	Asociación nacional de Metal-Mecánicos
ASTM	American Society for Testing Materials
Be	Berilio
C	Carbono
CFN	Corporación Financiera Nacional
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
CO ₂	Dióxido de carbono
Cr	Cromo
Cu	Cobre
EDINA	Editores Nacionales
EPN	Escuela Politécnica Nacional
Fe	Hierro
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
Mn	Manganeso
Mo	Molibdeno
Na	Sodio
Pb	Plomo
S	Azufre
Si	Silicio

Sn Estaño
s/n sin número
Ton Tonelada

AI
ASOM
ASTM
Be
C
CRN
CIU
COB
Cr
Cu
EDIN
EPN
Fe
K
Km
Mn
Mo
NA
Pb
S
SI

ANTECEDENTES

La fundición de metales y aleaciones tiene un rol importantísimo en la obtención de partes de máquinas para el sector industrial, agrícola, minero y doméstico; además, es de conocimiento general el papel decisivo que estos equipos juegan en el desarrollo del país. Por otro lado, la industria de la fundición en pequeña y mediana escala es una importante generadora de empleos.

Sin embargo, este sector encara muchos problemas típicos relacionados con el proceso de fusión y la tecnología de moldeo. Entre los problemas más comunes están la pobre calidad de las piezas fundidas y la baja productividad, que están íntimamente relacionadas entre sí, ya que la mala calidad obliga a los fundidores a rechazar las piezas elaboradas para volverlas a fundir.

La razón de rechazo en el Ecuador ha sido estimada en aproximadamente 30%, y de este porcentaje alrededor de un tercio de los rechazos son debidos a defectos mayores causados por la falta de una buena tecnología en el uso de las arenas de moldeo; además, se producen muchas

piezas fundidas aceptables con defectos menores que deben ser maquinadas para darles el acabado final. La consecuencia de estos problemas se manifiesta en un incremento en los costos, ya sea debido al maquinado final o al consumo de energía para volver a fundir las piezas defectuosas.

Uno de los primeros pasos para implantar una adecuada tecnología en el uso de las arenas de moldeo de nuestro país es la realización de un estudio de mercado de la industria de la fundición. Esta investigación nos dará una idea general de la realidad de esta industria en nuestro país y de sus posibilidades de desarrollo.

El estudio de mercado tiene por finalidad en términos generales, recaudar información sobre: Actividad de la empresa, capacidad de producción, materiales en producción, materias primas y materiales utilizados, instalaciones y equipos, fuentes de suministro de arenas y bentonitas, control de las arenas, etc.

Para conseguir esta información se elaboró una encuesta que fue llenada visitando personalmente las empresas, y también de esta forma se obtuvo muestras de la arena utilizada en el proceso de moldeo que fueron analizadas en nuestros propios laboratorios.

Finalmente se realizó una investigación detallada que nos permitió confirmar la veracidad de estos resultados para posteriormente efectuar el respectivo análisis.

CAPITULO 1

PLAN DE TRABAJO

1.1 REVISION DE ESTUDIOS ANTERIORES Y DE INFORMACION BIBLIOGRAFICA

Una vez conocidos los objetivos que se propuso conseguir a través de este proyecto, se procedió a realizar la revisión exhaustiva de los estudios anteriores relacionados con el mercado en el sector de la fundición, los cuales se indican en las referencias (6)(8)(11)(12); además se recopiló y estudió el material bibliográfico existente, en los cuales constaba la información concerniente a materiales, equipos, técnicas empleadas, etc. , de todas las fases de trabajo del proceso de fundición. Toda esta información se encuentra en las referencias (1)(2)(4)(9)(10)(14).

1.2 DISCUSIONES INICIALES

Con el conocimiento renovado a través de la etapa

anterior, se iniciaron las discusiones, que servirían de base para establecer los pasos a seguir en la realización de este estudio.

Es importante resaltar que de la revisión de los estudios anteriores se concluyó que era necesario efectuar una evaluación más profunda y detallada del nivel tecnológico con el que se desenvuelve el sector de la fundición; ya que esta información es primordial si se quiere realmente hacer mejoras en este campo, que constituye la piedra fundamental en la producción de bienes de capital y por ende del desarrollo industrial del país.

1.3 ELABORACION DE LA ENCUESTA

En base a los requerimientos propuestos, se determinó que la mejor manera de conseguir esta información era por medio de una encuesta, en la cual se detallara todos los puntos de vista necesarios que permitan sacar conclusiones importantes sobre este sector.

El formulario de esta encuesta se lo presenta en el anexo # 1; y en él se solicita información sobre los siguientes aspectos:

- Datos generales de la empresa (nombre, dirección, teléfono, casilla, etc.). (ANEXO # 3)
- Capacidad de producción.
- Materiales producidos.
- Materia prima y materiales utilizados.
- Instalaciones y equipos.
- Realización de control de arenas.
- Metodos de moldeo utilizados.
- Razón de rechazo debido a defectos superficiales.
- Defectos más comunes que se presentan, y
- Pruebas para control de calidad realizadas.

Además se resolvió que para llenar este cuestionario era apropiado visitar personalmente las empresas, ya que de esta forma se podía observar las instalaciones de la planta y así también se aprovecharía para recoger muestras de las arenas utilizadas en su proceso, que servirían para realizar las pruebas necesarias en otras etapas del proyecto.

1.4 SELECCION DE LA MUESTRA

Con el fin de que los resultados de este estudio reflejen de la manera más confiable la realidad del sector de la fundición en nuestro país, se decidió que la muestra de las empresas a ser encuestadas

debía ser de una cantidad mucho mayor a las anteriormente seleccionadas por las personas que efectuaron otros estudios, como los indicados en las referencias (6)(8)(11)(12).

La nómina de las empresas seleccionadas (19) abarcan los tres sectores industriales más importantes del Ecuador: Guayaquil, Quito y Cuenca; y se la presenta en el anexo # 2; esta lista está integrada por las empresas que son consideradas las más representativas en la producción de partes y piezas fundidas.

Las empresas de esta lista fueron identificadas en base a las referencias (3)(5)(7)(13).

También se seleccionaron empresas en base a las buenas relaciones con algunas de ellas.

1.5 VISITAS A ORGANISMOS E INDUSTRIAS

Durante cuatro semanas comprendidas entre los meses de Abril y Mayo se efectuaron las visitas a Organismos e Industrias privadas en Quito, Guayaquil y Cuenca, para investigar la situación del sector de la fundición en el Ecuador; así como para apreciar los problemas y dificultades, y por otro lado para

encontrar la información requerida.

De los Organismos visitados podemos mencionar los siguientes:

- Centro de Desarrollo Industrial del del Ecuador (CENDES), Guayaquil y Quito
- Comisión Ecuatoriana de Bienes de Capital (CEBCA), Quito
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), Guayaquil y Quito
- Cámara de la Pequeña Industria de Pichincha, Quito
- Ministerio de Industrias, Comercio, Integración y Pesca (MICIP), Guayaquil

CAPITULO 2

ANALISIS DE RESULTADOS

2.1 PRESENTACION DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO

En las páginas siguientes se presentan los resultados del cuestionario pertenecientes a las diecinueve empresas encuestadas. Estos resultados corresponden a los datos para los cuales era necesario realizar la tabulación.

Las tablas mencionadas en el párrafo anterior están numeradas desde el 1 hasta el 7 y constituyen la parte esencial de este proyecto.

TABLA I
CAPACIDAD DE PRODUCCION

***** * NOMBRE DE * * LA EMPRESA * *****	CAPACIDAD DE PRODUCCION	
	FERROSOS (Ton/mes)	NO FERROSOS (Kg/mes)
ECUAVALVULA	22	5000
FALESA	5	2000
FUNBROSA	NO	3000
FUND. ACUÑA	2	200
FUNDIMEC	2	100
FUNDIRETME	0.1	1000
FUNEC	30	5000
FUNYMAQ	50	167
HANSA	100	NO
IND. UNIDAS	5	1000
INVALEXCON	20	2000
MET. MEC. BOURNE	10	1500
METAL. ANDINA	20	100
METAL. ECUATOR.	80	2000
METAL. MEJIA	20	5000
METINEC	150	NO
RACE	NO	363
SIDEC	8	250
TALL. METAL. WYZ	6	3000
T O T A L	530.1	31680

TABLA II
MATERIALES PRODUCIDOS

***** ***** ***** ***** MATERIALES PRODUCIDOS ***** ***** ***** *****	NOMBRE DE LA EMPRESA																		
	E C U A V A L V U L A	F A L E S A	F U N B R O S A	F U N D A C U Ñ A	F U N D I M E C	F U N D I R E T M E	F U N D E C	F U N Y M A Q	H A N S A	I N D U N I D A S	I N V A L E X C O N	M E T M E C B O U R N E	M E T A L A N D I N A	M E T A L E C U A T O R	M E T A L M E J I A	M E T I N E C	R A C E	S I D E C	T A L L M E T A L W Y Z
F.G. (ASTM 20)	■	■					■	■		■	■			■	■				■
F.G. (ASTM 20-30)							■			■	■			■	■	■			■
F.G. (ASTM 30-40)					■	■	■						■	■	■				■
F.B.		■		■			■	■	■					■					■
F.N.								⋮	⋮					⋮					
Fe gris Aust.														⋮					⋮
Acero al C	■								■						■				■
Acero al Mn									⋮					⋮					
Acero inox.									⋮										⋮
Acero al Cr-Mo									⋮										⋮
Acero baja alea.									■					■	■				■
Alea. Cu-1%Cr									⋮										
Latones	■				■								■						■
Bronce fosfórico		■	■											■	■				
Bronce al Al		■	■	■	■	■				■		■		■	■			■	

TABLA II
MATERIALES PRODUCIDOS (CONTINUACION)

***** ***** ***** ***** ***** <i>MATERIALES</i> <i>PRODUCIDOS</i> ***** ***** ***** *****	<i>NOMBRE DE LA EMPRESA</i>																		
	E	F	F	F	F	F	F	F	H	I	I	M	M	M	M	M	R	S	T
C	A	U	U	U	U	U	U	A	N	N	M	M	M	M	M	A	I	A	L
U	L	N	N	N	N	N	N	N	D	V	E	E	E	E	E	C	D	L	L
A	A	B	D	D	D	D	D	S	U	A	M	A	A	A	A	E	E	M	M
V	S	R	A	I	I	I	I	A	N	L	E	L	L	L	L	C	C	E	E
A	A	O	A	M	M	M	M	Q	I	X	C	B	B	B	B	E	E	T	T
L	A	S	C	E	E	E	E	Q	D	C	O	O	O	O	O	C	C	A	A
V	A	A	U	C	C	C	C	Q	A	O	N	N	N	N	N	E	E	L	L
U	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Bronce al Mn	■	■	■				■					■							■
Bronce al Be	⋮																		
Babbit al Pb	‡	‡																	
Babbit al Sn		‡																	‡
Zamak	⋮	⋮																	⋮
ILZRO																			⋮
Alea. Al-Cu	⋮													⋮					
Alea. Al-12% Si	⋮													⋮					

- Fundición de partes y piezas en producción normal.
- ⋮ Fundición de partes y piezas con propiedades seleccionadas.
- ‡ Partes y piezas refundidas de características muy especiales.

TABLA III
MATERIA PRIMA Y MATERIALES UTILIZADOS

***** ***** ***** ***** MATERIA PRIMA Y MATERIALES UTILIZADOS ***** ***** ***** *****	NOMBRE DE LA EMPRESA																
	E C U A V A L V U L A	F A L S A	F U N B R O S A	F U N D A C U Ñ A	F U N D I M E C	F U N D I R E T M E	F U N N E Y M A Q	H A N S A	I N D U N I D A S	I N V A L N E C O N	M E T A L M E C A N I C O N B O U R N E	M E T A L A N D I A	M E T A L E C U A T O R	M E T A L M E J I A	R A C E	S I D E C	T A L L M E T A L W Y Z
Chat. de fund.	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+
Chat. de acero	+						+	+	+	+		+	+	+	+		+
Chat. no ferr.	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+
Ferroaleaciones	+	+		+			+	+	+		+	+	+		+		+
Carbón coque		+		+	+		+	+	+	+		+	+	+	+		+
Piedra caliza		+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
Arena natural	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+
Arena sintética	+						+	+					+		+		+
Bentonita	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
Carbón marino	+			+	+		+	+	+	+	+						
Ladrillo refrac.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
Sili. de Na/CO ₂	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Resina fenólica									+	+		+	+				
Fundentes		+	+	+		+				+		+	+				
Desgasificantes	+	+	+	+			+			+	+	+	+				+

TABLA III
MATERIA PRIMA Y MATERIALES UTILIZADOS (CONTINUACION)

***** ***** ***** ***** MATERIA PRIMA Y MATERIALES UTILIZADOS ***** ***** ***** *****	NOMBRE DE LA EMPRESA																			
	E C U A D O R O	F A B R I C A N T E S	F U N D A C I O N E S	F U N D A C I O N E S	F U N D A C I O N E S	F U N D A C I O N E S	F U N D A C I O N E S	F U N D A C I O N E S	H A N D L I N G U A J E	I N D U S T R I A L	I N V E S T I G A C I O N	M E T A L L U R G I A	M E T A L L U R G I A	M E T A L L U R G I A	M E T A L L U R G I A	M E T A L L U R G I A	R A C E	S I D E C	T A L L E R I A	
Mod. de estruc.		+				+		+							+					
Pinturas refrac.		+	+	+			+	+	+		+	+			+					+

+ Utiliza el material indicado.
+ Utiliza un material semejante.

TABLA IV
INSTALACIONES Y EQUIPOS

***** ***** ***** ***** <i>INSTALACIONES</i> <i>Y</i> <i>EQUIPOS</i> ***** ***** ***** *****	NOMBRE DE LA EMPRESA																
	E	F	F	F	F	F	F	H	I	I	M	M	M	M	R	S	T
	C	A	F	F	F	F	A	N	N	M	M	M	M	A	S	A	
	U	L	U	U	U	U	N	D	V	E	E	E	E	C	I	L	
	A	E	N	N	N	N	S	U	A	T	T	T	T	E	D	L	
	V	S	B	D	D	D	A	A	L	A	A	A	A	E	E	L	
	L	A	R	A	I	I	Q	L	M	E	E	E	E	C	C	L	
	V	A	O	A	R	R		E	E	C	C	C	C				
	U	S	S	C	E	E		T	B	B	B	B					
	L	A	A	U	M	M		M	O	O	O	O					
	L			Ñ	E	E			I	I	I	I					
	A			A					N	N	N	N					
									D	D	D	D					
									A	A	A	A					
									S	S	S	S					
									C	C	C	C					
									O	O	O	O					
									B	B	B	B					
									O	O	O	O					
									R	R	R	R					
									E	E	E	E					
									C	C	C	C					
									M	M	M	M					
									E	E	E	E					
									C	C	C	C					
									B	B	B	B					
									O	O	O	O					
									N	N	N	N					
									A	A	A	A					
									C	C	C	C					
									O	O	O	O					
									S	S	S	S					
									I	I	I	I					
									L	L	L	L					
									W	W	W	W					
									Y	Y	Y	Y					
									Z	Z	Z	Z					
PARA FUSION Y MOLDEO																	
H. de cubilote		+		+	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	
H. crisol basc.	+		+				+	+	+		+	+	+	+		+	+
H. crisol fijo		+	+	+						+	+			+		+	
H. reverbero		+					+										
H. eléc. induc.	+																+
H. eléc. arco									+					+			
Oxiconvertidor													+				
Antecrisol										+			+	+	+		+
Cuch. vaciado	+		+	+			+		+		+	+	+	+	+		+
Puente-grúa	+		+	+					+				+	+			+
Molino mezcl.	+		+				+	+	+	+	+	+	+	+		+	+
Batidora de arena	+	+	+		+		+		+	+	+	+	+	+		+	+
Dispar. de machos										+			+				
Estufa										+	+		+				+

TABLA IV
INSTALACIONES Y EQUIPOS (CONTINUACION)

***** ***** ***** ***** INSTALACIONES Y EQUIPOS ***** ***** ***** *****	NOMBRE DE LA EMPRESA															
	E	F	F	F	F	F	F	H	I	I	M	M	M	M	R	S
C	A	F	F	F	F	F	A	I	N	M	M	M	M	A	S	T
U	L	U	U	U	U	U	N	N	V	E	E	E	E	C	I	L
A	E	N	N	N	N	N	S	D	A	T	T	T	T	E	D	L
V	S	B	D	D	D	D	A	A	L	A	A	A	A	C	E	L
L	A	R	A	I	I	I	Q	U	M	E	E	E	E	E	E	L
V	A	O	A	R	R	R		N	E	C	C	C	C	E	E	L
U	A	S	C	E	E	E		I	C	A	A	A	A	C	E	L
L	A	A	U	M	M	M		D	O	B	B	B	B	E	E	L
A	A	Ñ	E	E	E	E		A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
								S	C	R	R	R	R	E	E	L
								I	O	N	N	N	N	E	E	L
								D	O	N	N	N	N	E	E	L
								A	N	O	O	O	O	E	E	L
		</														

TABLA VI
DEFECTOS MAS COMUNES EN LAS PIEZAS FUNDIDAS

***** ***** ***** ***** <i>DEFECTOS MAS COMUNES EN LAS PIEZAS FUNDIDAS</i> ***** ***** ***** *****	NOMBRE DE LA EMPRESA																		
	E C U A V A L V U L A	F A L S A	F U N B R O S A	F U N D A C U Ñ A	F U N D I M E C	F U N D I R E T M E	F U N D E C	F U N Y M A Q	H A N S A	I N D U N I D A S	I N V A L E X C O N	M E T A L M E C B O U R N E	M E T A L A N D I N A	M E T A L E C U A T O R	M E T A L M E J I A	M E T I N E C	R A C E	S I D E C	T A L L M E T A L W Y Z
Porosidad	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Arrastre de arena				+			+		+		+					+		+	+
Penetr. de metal	+						+		+		+					+			+
Vitrificación									+						+				
Inclus. de arena			+								+		+		+	+			
Rugosidad						+	+		+		+		+						+
Costra Fe (darta)									+		+								
Sopladuras	+		+		+		+	+	+	+	+					+		+	
Rebarbas	+			+		+					+			+		+			+

TABLA VII
ENSAYOS PARA CONTROL DE CALIDAD

***** ***** ***** ***** <i>ENSAYOS PARA CONTROL DE CALIDAD</i> ***** ***** ***** *****	NOMBRE DE LA EMPRESA																	
E C U A V A L V U L A	F A L E S A	F U N B R O S A	F U N D A C U Ñ A	F U N D I M E C	F U N D I R E T M E	F U N E C	F U N Y M A Q	H A N S A	I N D U N I D A S	I N V A L E X C O N	M E T M E C B O U R N E	M E T A L A N D I N A	M E T A L E C U A T O R	M E T A L M E J I A	M E T I N E C	R A C E	S I D E C	T A L L M E T A L W Y Z
ENSAYOS DESTRUCTIVOS MECANICOS																		
Tracción																		
Compresión																		
Flexión																		
Torsión																		
Dureza			■							■			■	■				
ENSAYOS DESTRUCTIVOS QUIMICOS																		
De composición														■				
ENSAYOS DESTRUCTIVOS METALOGRAFICOS																		
Macrográficos														■				
Micrográficos														■				
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS																		
Inspección visual	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tinta penetrante			■								■				■			
Partíc. magnética															■			

- Pruebas realizadas en la misma empresa.
- ‡ Pruebas realizadas en laboratorios especializados.

2.2 ESTIMACION DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION

Para realizar un análisis de la capacidad de producción de partes y piezas fundidas en el Ecuador, debemos considerar los valores de producción anual total; para lo cual elaboramos la tabla 8.

Si comparamos la tabla 8 con la tabla 9, en la cual se indica la clasificación de las plantas de fundición locales de acuerdo a su producción anual, podemos observar que de la muestra de 19 empresas, 5 plantas pueden ser consideradas grandes, 9 medianas, y 5 pequeñas. En efecto, los resultados indican que las 5 plantas de fundición enmarcadas como grandes mantienen su hegemonía en el sector al acaparar el 74% aproximadamente de la producción nacional.

Es importante destacar que el valor de producción anual para piezas ferrosas (6361.2 Ton/año) es aproximado al valor de la demanda identificada en la referencia (12), en la cual se determinó que existía una demanda aproximada de 6400 toneladas anuales.

TABLA VIII
PRODUCCION ANUAL TOTAL EN TONELADAS

***** * NOMBRE DE * * LA EMPRESA * *****	CAPACIDAD DE PRODUCCION	
	FERROSOS (Ton/año)	NO FERROSOS (Ton/año)
ECUAVALVULA	264	60
FALESA	60	24
FUNBROSA	NO	36
FUND. ACUÑA	24	2.4
FUNDIMEC	24	1.2
FUNDIRETME	1.2	12
FUNEC	360	60
FUNYMAQ	600	2
HANSA	1200	NO
IND. UNIDAS	60	12
INVALEXCON	240	24
MET. MEC. BOURNE	120	18
METAL. ANDINA	240	1.2
METAL. ECUATOR.	960	24
METAL. MEJIA	240	60
METINEC	1800	NO
RACE	NO	4.4
SIDEC	96	3
TALL. METAL. WYZ	72	36
T O T A L	6361.2	380.2

TABLA IX
CLASIFICACION DE LAS PLANTAS DE FUNDICION LOCALES DE
ACUERDO A SU PRODUCCION ANUAL

Tipo de planta	Producción (Ton/año)
Grande	> 400
Mediana	50 - 400
Pequeña	< 50

Fuente: Referencia (10)

Estos datos nos dan una idea del desfase en el que nos encontramos.

Sobre la producción de piezas no ferrosas, no existen valores estimados de la demanda, pero considerando que el total de la muestra está en posibilidad de producirlas, no existen señales que indiquen que es necesario elevar esta capacidad; aunque si es vital un mejoramiento en el nivel tecnológico producido y una diversificación de los productos elaborados.

Vale recordar que los valores de capacidad de producción mensuales, mostrados en la tabla 1, son valores promedio; ya que no es posible mantener una producción constante durante todos los meses del

año.

Entre los materiales que más se utilizan en la producción de piezas metálicas fundidas se pueden destacar el hierro gris de baja, mediana y alta resistencia; el hierro blanco, aceros al carbono y de baja aleación, bronce, latones y aluminio con sus aleaciones. También en menor cantidad se elaboran partes y piezas de zinc, plomo, estaño, y sus aleaciones. Toda la gama metalúrgica de materiales producidos (23) se la presenta en la tabla 2.

Entre los productos que se vienen tradicionalmente desarrollando en las empresas de fundición del país, y que en la actualidad constituyen la base de su producción tenemos los siguientes:

- Accesorios para tuberías de agua potable.
- Piezas de reposición para la industria pesada y semi-pesada.
- Tapas y rejillas para cámaras de inspección de alcantarillado para aguas lluvias, aguas servidas y redes eléctricas.
- Válvulas, bombas, hélices, impulsores para bombas, hidrantes, y más accesorios hidráulicos.
- Herramientas agrícolas.

- Tambores y discos de freno.
- Piezas para uso ornamental, etc.

2.3 ANALISIS TECNOLOGICO DE LAS ETAPAS DEL PROCESO DE FUNDICION

El análisis que se presenta a continuación muestra en detalle el nivel tecnológico con que se desenvuelven las etapas del proceso de fundición.

Este análisis se basa en los resultados de las encuestas elaboradas como parte de este proyecto; además de las diversas fuentes consultadas por el autor, y a las observaciones realizadas en las visitas a las plantas de fundición.

2.3.1 MODELOS

Con relación a la elaboración de modelos se pudo observar que generalmente no se selecciona el material apropiado para dicho propósito. La gran mayoría que utiliza la madera como material no realiza ningún tratamiento previo, y los pocos que lo realizan no lo hacen en forma muy controlada. Sólo un 30% de las empresas encuestadas

dispone de máquinas apropiadas para la elaboración de modelos; por otro lado se tiene muy pocos modelistas calificados, reflejándose en la variedad de tolerancias aplicadas en las diferentes plantas de fundición, ya que es generalizado el desconocimiento de valores a utilizarse.

Es importante señalar que es general el buen acabado superficial a los modelos tanto de madera como de metal.

Casi en la totalidad de las empresas encuestadas, los modelos se almacenan en la misma área de moldeo, con mínima protección, sin identificación, y sin clasificación.

Se hace necesario la implementación de talleres especiales para la fabricación de los modelos, con maquinarias y herramientas de carpintería, requiriéndose por lo menos un modelista hábil y uno o dos asistentes que se adiestren, de tal forma que estén en capacidad de realizar tanto el mantenimiento como la reparación de los modelos.

2.3.2 ARENAS

Los resultados de la encuesta en lo que respecta al uso de arenas y bentonitas nos confirma el hecho de que se obtienen mejores resultados cuando se utiliza arena sintética en lugar de arena natural.

El 89% de las empresas visitadas mantiene el uso de arena natural; en su gran mayoría proveniente de Posorja, además de ríos y minas locales. En cambio sólo un 32% de la muestra utiliza arena sintética adquirida generalmente en Cuenca, aunque se tiene conocimiento que en realidad esta arena es proveniente de minas en las regiones de Zamora y Limón en el Oriente.

Es importante destacar que las empresas que han adoptado el uso de arenas sintéticas se encuentran entre las de mayor capacidad de producción.

La bentonita utilizada como aglutinante de la arena, proviene generalmente de Cuenca, Manabí, y la Península de Santa Elena; aunque

un pequeño número de estas empresas utilizan bentonitas importadas de Colombia y Perú.

En general se desconoce la composición química de la arena y bentonita; tampoco se efectúa ningún control de las demás propiedades, debido a la inexistencia de equipo disponible para el efecto. Por tales motivos son aceptadas en base a procedimientos empíricos como la respuesta a la compresión manual, coloración, etc. No existe también un control riguroso de agua añadida, y se lo realiza en base a la experiencia del operario.

Los aglomerantes, aglutinantes y aditivos se añaden en base a la experiencia, sin ningún fundamento técnico; en general estos aglomerantes son utilizados en muy pocas plantas.

Debido a la falta de control de la arena, su renovación se realiza sin ningún criterio técnico.

Se puede detallar una serie de condiciones

necesarias para tener una buena arena para fundición o tierra para fundición, pero se quiere solamente destacar el hecho de que es necesario utilizar para este propósito arenas o tierras de características muy definidas, y que del conocimiento de ellas, de los análisis para establecer sus propiedades y de los procedimientos para mejorarlas depende el éxito para obtener una buena fundición.

2.3.3 MOLDEO

Los métodos de moldeo más utilizados continúan siendo el proceso con CO₂ para la elaboración de machos o noyos, y el método de moldeo en verde para la fabricación de los moldes.

Solo unas pocas empresas utilizan utilizan métodos de moldeo más modernos y eficaces como el proceso Shell, Hot-Box, y cera perdida.

En general no se utiliza materiales que faciliten la extracción del modelo, ni revestimientos refractarios en el molde.

Las plantas de fundición no realizan control

de las propiedades del molde tales como dureza, humedad, moldeabilidad; apenas se realiza una observación visual de la superficie del molde.

Pocas son las empresas que realizan el moldeo por medio de máquinas, ya que continúa generalizado el método de moldeo manual.

En forma general el moldeo se lo realiza solamente en base a la experiencia adquirida, lo que da como resultado una manera empírica de diseñar los montantes y el sistema de alimentación.

El uso de enfriadores es prácticamente desconocido.

2.3.4 ELABORACION DE MACHOS

El moldeo de machos o noyos es una actividad fundamental en una fundición, lamentablemente no todas las instalaciones tienen una sección independiente de las demás y no están debidamente organizadas para esta labor.

El proceso de fabricación se basa en el uso de silicato de sodio y CO₂, y salvo un pequeño porcentaje trabaja con resinas de fraguado en caliente.

En la mayoría de las plantas de fundición no se aplican materiales refractarios sobre la superficie de los machos (corazones o noyos), ni tampoco se realiza el acabado de éstos.

No se realiza ningún tipo de control de propiedades. El tiempo de secado de los machos es estimado únicamente en base a la experiencia.

A pesar de la importancia de los machos, no se realiza el control de las propiedades de los materiales utilizados, ni en los machos terminados.

2.3.5 EQUIPOS DE FUSION

Las instalaciones típicas de las fundiciones nacionales son a base de cubilotes (71% de empresas), en las cuales el problema básico es la falta de controles adecuados. Son del

tipo de aire frío utilizados casi siempre en piezas que no requieren especificaciones de calidad. Después del horno de cubilote los equipos de fusión más utilizados son el horno de crisol fijo y basculante, y por último tenemos el horno de reverbero y los hornos eléctricos de arco e inducción.

Las propiedades mecánicas y tecnológicas de una aleación están ligadas a su composición y a la estructura metalográfica que tiene. En el caso de la fundición dependen de la cantidad de grafito y cementita existente, lo cual es función de la temperatura del horno, de la temperatura de colado, de la velocidad de enfriamiento, y de la proporción de los elementos aleantes básicos: silicio, manganeso, fósforo y azufre, a más de otros especiales.

Dadas las características de las fundiciones nacionales, el control existente sobre estos parámetros es prácticamente nulo y la calidad de las fundiciones está supeditada a la experiencia o al buen criterio del fundidor. Los controles de la temperatura se los hace

por el color apreciado, que es una buena referencia empírica pero que no es confiable en todos los casos. Pocas son las fundiciones que cuentan con pirómetros (ópticos o de inmersión) que servirían para este propósito. La velocidad de enfriamiento se ve afectada por las operaciones manuales en el transporte de la colada, que hacen más demorado el movimiento del metal fundido con riesgo inclusive de accidentes muy dolorosos y de contaminación.

Debe propenderse a la mecanización, aún cuando sea con instalaciones simples, a base de rieles y cucharas operadas con elevadores eléctricos; estas modificaciones sin ser costosas, constituirían un apoyo positivo a las operaciones de colado del metal fundido.

2.3.6 MATERIALES DE CARGA

Se nota la falta de criterio técnico y de equipos adecuados de análisis, para realizar una clasificación apropiada de los materiales de carga en cuanto a su composición química.

No se utilizan aleaciones madre para un mejor control de la composición química durante la fusión de las aleaciones, especialmente no ferrosas.

En general la mayoría de las plantas fundidoras resta importancia a la limpieza de los materiales de carga, desconociéndose en algunos casos su incidencia.

No se realiza el cálculo de la cantidad de los materiales de carga a emplearse, ni se emplean fundentes y desoxidantes. La aplicación de inoculantes es prácticamente desconocida. La adición de otros materiales al metal líquido se realiza según conocimientos empíricos.

En cubilotes la altura de la cama de coque, en algunas plantas de fundición no está dentro del rango recomendado.

La mayoría de *las plantas de fundición* no analiza la composición del metal líquido, pues no disponen del equipo adecuado.

En general se agita el metal líquido, con el propósito de: que flote la escoria y facilitar la desescoriación; homogenizar el metal y de desgasificar.

2.3.7 COLADO

La mayoría desconoce la temperatura de colado y las consecuencias en el proceso.

La altura de caída del metal líquido es controlado por la mayoría de plantas, mientras que la velocidad de colado (conocida por los fundidores como turbulencia) en la mayoría de las plantas no se controla. A pesar de ser un factor muy importante, la mayoría de las plantas no utiliza retenedores de escoria, filtros o mallas. Casi en su totalidad dichas plantas separan la escoria antes del colado.

2.3.8 DESMOLDEO-LIMPIEZA

Nuevamente el problema de estos procesos reside en el equipo utilizado y en su distribución dentro de las plantas.

Se carece de aparatos de elevación y transporte, haciéndose el desarenado en forma manual. El corte de los bebederos salvo pocas excepciones se lo hace a golpe de martillo y el acabado con amoladora. Se usa normalmente esmeriladoras fijas y portátiles, sin que posteriormente se cuente con un adecuado tratamiento térmico. Es recomendable que se aumente el grado de mecanización de las operaciones de transporte y que se reduzcan los espesores de los ataques de colada, para así reducir el tiempo de rebarbado.

El uso de discos abrasivos y cizallas debe definitivamente reemplazar el sistema de corte a golpes. Igualmente la limpieza a base de equipos de granalla o de arena con sus correspondientes sistemas de absorción de polvos, deben instalarse en lugar de los sistemas manuales que además de defectuosos son altamente contaminantes.

Pocas plantas cuentan con bodegas para almacenamiento de las piezas. En la mayoría, las piezas permanecen en desorden y al aire libre hasta la entrega.

2.3.9 CONTROL DE CALIDAD

En general no se controlan las propiedades de las piezas obtenidas. Las plantas de fundición se limitan a realizar solo una inspección visual y las pocas que realizan este control, a veces parcial, realizan ensayos de dureza, tracción y compresión en laboratorios especializados. La mayoría de las plantas no disponen del equipo para realizar ensayos de control de calidad.

Los defectos más comunes de las piezas coladas son: porosidades, sopladuras, arrastre de arena, inclusiones de arena, piezas incompletas, grietas, inclusiones de escoria, rugosidad, y rebarbas.

Como se ve, los defectos detectados son numerosos, de todo tipo y frecuentes, esto se debe principalmente a que las condiciones en las que se realiza la fundición local no son las deseables en la mayoría de los casos.

En la mayoría de las plantas de fundición el control del proceso de fundición se lo

realiza de una manera empírica. Solamente un reducido número de plantas poseen un organigrama técnico de trabajo.

El éxito de la aceptación de un producto en el mercado está precisamente en su control de calidad del que carece la industria de la fundición local.

2.3.10 PERSONAL

El personal técnico de las plantas de fundición locales es mínimo; los operarios realizan varias actividades dentro de la planta. La mayoría del personal no tiene ninguna formación técnica y ha adquirido un conocimiento elemental en base a la experiencia, por esta razón, no se halla preparado para realizar en forma apropiada todas las actividades que involucran el proceso de la fundición.

2.3.11 ASPECTOS VARIOS

Un hecho importante en el contexto tecnológico de la fundición local es la

falta de información adecuada, motivo que incide en la deficiencia técnica que caracteriza a esta actividad.

No se observa en ninguna planta el uso de implementos de seguridad adecuados; el escaso equipo disponible es raramente utilizado.

Muy pocas plantas llevan registro de la producción, y existe gran desorganización al respecto.

En general existe falta de conciencia de la importancia del control de calidad y de como realizarlo.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a la información obtenida, de las 19 empresas encuestadas en el país, 5 de estas son de mayor capacidad, produciendo casi el 74% de la producción nacional.
2. La participación nacional de piezas fundidas en el mercado local es muy escasa y poco prometedora bajo las circunstancias actuales.
3. La oferta de piezas fundidas con calidad certificada es mínima, haciendo falta sistemas apropiados de control de calidad.
4. El principal problema es la limitación del mercado originada por la oferta poco atractiva que significa para los consumidores el surtido de calidades metalúrgicas incompleto, con un nivel tecnológico inferior.
5. La organización de las empresas deja mucho que desear, tanto en lo que se refiere a las

instalaciones físicas, como a la organización empresarial misma.

6. La adquisición de materias primas es difícil y costosa, al estar fraccionada la demanda en pequeñas cantidades.
7. El personal que labora en las plantas no tiene mucha experiencia, y existe una falta de preparación técnica sistemática que permita desarrollar nuevas alternativas. Hay en algunas empresas personal de buenas condiciones y preparación pero que tienen las limitaciones propias del medio que no permiten aprovechar su capacidad adecuadamente.
8. No hay aplicación, ni utilización de normas técnicas, las cuales son necesarias tanto para los insumos como para los productos en si mismos.

RECOMENDACIONES

1. El desarrollo tecnológico en este sector se puede enfrentar elaborando nuevos productos y aplicando nuevas técnicas que signifiquen nuevas líneas rentables de producción. Un estímulo en este sentido constituye la resolución tomada por los integrantes del Acuerdo de Cartagena, de establecer una Zona Andina de Libre Comercio en 1992. Sin lugar a dudas este acuerdo trae como expectativa la apertura de un gran mercado, que a su vez nos obliga a esforzarnos para producir más; ya que tenemos que responder a nuestra propia demanda y a la de los otros países del grupo andino.
2. Ante esta situación es preciso establecer programas de cooperación entre fundidores y de racionalización de la producción para evitar que todos se dediquen a fabricar los mismos productos.
3. Una consecuencia de esto sería el estimular la creación de una Asociación Nacional de Fundidores, que entre otras metas tendría la de compartir

experiencia técnica, controlar y mejorar los procedimientos actuales en la adquisición de materias primas e insumos, rebajando costos y teniendo disponibilidad de los mismos para una actividad continua.

4. Un aspecto importante no señalado en el análisis pero que es común a cualquier sector es la necesidad de contar con recursos para el financiamiento de líneas de crédito que permitan hacer mejoras básicas en las plantas.
5. También se recomienda considerar la posibilidad de aplicar asistencia técnica extranjera para el desarrollo de todas las etapas del proceso de fundición.

A N E X O S

ANEXO # 1

FORMULARIO DE LA ENCUESTA

ESPOL

ROCAFUERTE 205 ENTRE LOJA Y JULIAN CORON.
CASILLA 5888 - TELEX 4-8609 ESPOLG-ED - FAX (5984)818287 - TELFS. 808788 Y 808040
GUAQUIL-ECUADOR

QUESTIONARIO

* Nombre de la empresa :

Representante legal :

Ciudad : Casilla : Telex/Fax : Teléfonos :

Direc. Oficina :

Direc. Planta :

Años de actividad : Número de empleados :

* Entrevistado con :

Cargo en la empresa :

* Actividad de la empresa :

* CUAL ES SU CAPACIDAD DE PRODUCCION ?

Ferrosos (Ton/mes) :

No Ferrosos (Kg/mes) :

* MATERIALES EN PRODUCCION :

Fundición gris (ASTM 20)	Bronce fosfórico
Fundición gris (ASTM 20 - 30)	Bronce al Al
Fundición gris (ASTM 30 - 40)	Bronce al Mn
Fundición maleable	Bronce al Be
Fundición nodular	Bronce al Cr
Fundición blanca	Babbit al Pb
Hierro gris austenítico	Babbit al Sn
Acero al C	Zamak

ESPOL

ROCAFUERTE 206 ENTRE LOJA Y JULIAN CORON.
CASILLA 6888 - TELEX 4-8609 ESPOLG-ED - FAX (5984)818287 - TELFS. 808788 Y 808040
GUAMQUIL - ECUADOR

* MATERIALES EN PRODUCCION (CONTINUACION) :

Acero al Mn	ILZRO
Acero inoxidable	Alea. Al - Cu
Acero al Cr - Mo	Alea. Al - 12% Si
Acero de baja aleación	Alea. Al - Mg
Alea. Cu - 1% Cr	
Otros :	

* MATERIA PRIMA Y MATERIALES UTILIZADOS :

Chatarra de fundición	Carbón marino (mineral)
Chatarra de acero	Ladrillo refractario
Chatarra de no ferrosos	Silicato de sodio/CO ₂
Ferroaleaciones	Resina fenólica
Carbón coque	Resina furánica
Piedra caliza	Fundentes
Arena de moldeo natural	Desgasificantes
Arena de moldeo sintética	Modificadores de estructura
Bentonita	Pinturas refractarias
Otros :	

* INSTALACIONES Y EQUIPOS (FUSION, MOLDEO Y CONTROL DE CALIDAD) :

Horno de cubilote	Microdurómetro
Horno de crisol basculante	Pirómetro
Horno de crisol fijo	Termocuplas
Horno de reverbero	Eq. preparación metalográfica
Horno electrico de induccion	Determinador de C y S

ESPOL

ROCAFUERTE 206 ENTRE LOJA Y JULIAN CORON.
CASILLA 5888 - TELEX 4-8609 ESPOLG-ED - FAX (5084)818287 - TELFS. 808788 Y 808040
GUAAQUIL - ECUADOR

* INSTALACIONES Y EQUIPOS (FUSION, MOLDEO Y CONTROL DE CALIDAD) :
(CONTINUACION)

Horno eléctrico de arco	Determinador de Mn
Oxiconvertidor	Determinador de Si
Antecrisol	Durómetro
Cuchara de vaciado	Microscopio metalográfico
Puente grúa	Equipo análisis térmico
Molino mezclador	Microscopio electrónico
Batidora de arena	Espectrofotómetro
Disparadora de machos	Dilatómetro
Estufa	Calorímetro
Máquina moldeo Shell	Difractómetro rayos X
Pisones neumáticos	Fluorescencia rayos X
Dosificador de CO ₂	Espectrómetro absorción atómica
Granalladora	Microsonda
Máquina ensayos de arenas	Equipo pruebas de tracción
Permeámetro	Equipo pruebas de torsión
Sinterímetro	Equipo pruebas de flexión
Determinador de humedad	Equipo pruebas de impacto
Tamiz vibrador	Equipo para ensayos no destructivos
Horno tratamiento térmico	
Otros :	

* CUAL ES SU FUENTE DE SUMINISTRO DE ARENAS Y BENTONITAS ?

ESPOL

ROCAFUERTE 206 ENTRE LOJA Y JULIAN CORON.
 CABILLA 6668 - TELEX 4-8609 ESPOLG-ED - FAX (6984)818267 - TELFS.808788 Y 808040
 GUAAQUIL - ECUADOR

* EXISTE ALGUN CONTROL DE LAS ARENAS QUE SE RECICLAN EN EL PROCESO ?

* QUE METODOS DE MOLDEO EN ARENA UTILIZAN ?

	PARA MACHOS	PARA MOLDES
En verde		
En seco		
Proceso CO2		
Proceso Shell		
Con cemento		
Proceso Hot - Box		
Molde Permanente		
Cera Perdida		
Otros		

* CUAL ES LA RELACION : ARENA/METAL FUNDIDO UTILIZADA POR UDS. ?

* CUAL ES LA RAZON DE RECHAZO DEBIDO A DEFECTOS SUPERFICIALES ?

ESPOL

ROCAFUERTE 206 ENTRE LOJA Y JULIAN CORON.
CABILLA 5888 - TELEX 4-8609 ESPOLG-ED - FAX (5984)818287 - TELFS.808788 Y 808040
GUANQUIL-ECUADOR

* QUE DEFECTOS MAS COMUNES SE PRESENTAN EN LAS PIEZAS FUNDIDAS ?

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| Porosidad | Rugosidad |
| Arrastre de arena | Costra de hierro o darta |
| Penetración de metal | Sopladuras |
| Vitrificación | Grietas en caliente |
| Inclusiones de arena | Rebarbas |
| Otros : | |

* QUE ENSAYOS PARA CONTROL DE CALIDAD SE REALIZAN ?

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| ENSAYOS DESTRUCTIVOS | ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS |
| MECANICOS : | Inspección visual |
| Tracción | Tintas penetrantes |
| Compresión | Partículas magnéticas |
| Impacto | Corrientes de Eddy |
| Fatiga | Radiografía industrial : |
| Flexión | Rayos X |
| Torsión | Rayos Gamma |
| Dureza | Ultrasonido |
| QUIMICOS : | Sónico |
| De composición | |
| Resistencia a la corrosión | |
| METALOGRAFICOS : | |
| Macrográficos | |
| Micrográficos | |

ESPOL

ROCAFUERTE 206 ENTRE LOJA Y JULIAN CORON.
CASILLA 6668 - TELEX 4-8609 ESPOLG-ED - FAX (5984)818287 - TELF. 808788 Y 808040
GUAQUIL - ECUADOR

* OBSERVACIONES Y COMENTARIOS ADICIONALES :

ESPOL: *Ciencia, Tecnología y Educación al Servicio del País*

ANEXO # 2

LISTA DE LAS EMPRESAS SELECCIONADAS EN LA MUESTRA

	NOMBRE DE LA EMPRESA	CIUDAD
1	ECUAVLVULA S.A.	QUITO
2	FALESA	GUAYAQUIL
3	FUNBROSA	GUAYAQUIL
4	FUNDICION ACUÑA	GUAYAQUIL
5	FUNDIMEC	QUITO
6	FUNDIRETME CIA. LTDA.	GUAYAQUIL
7	FUNEC	QUITO
8	FUNYMAQ	QUITO
9	HANSA CIA. LTDA.	QUITO
10	INDUSTRIAS UNIDAS	QUITO
11	INVALEXCON	QUITO
12	METAL MECANICA SANTIAGO BOURNE MAZZINI	GUAYAQUIL
13	METALURGICA ANDINA CIA. LTDA.	QUITO
14	METALURGICA ECUATORIANA CIA. LTDA.	QUITO
15	METALURGICA MEJIA E HIJOS CIA. LTDA.	CUENCA
16	METINEC S.C.I.C.	GUAYAQUIL
17	RACE CIA. LTDA.	GUAYAQUIL
18	SIDERURGICA ECUATORIANA S.A.	QUITO
19	TALLER METALURGICO WYZ	GUAYAQUIL

ANEXO # 3

DATOS GENERALES DE LAS EMPRESAS ENCUESTADAS

1. ECUAALVULA S.A.

Representante: Ing. Marcony Rodríguez
 Ciudad: Quito
 Casilla: 2134 Telex: 22389 Fax: 564176 Telf.
 Dir. Oficina: Amazonas 743 y Veintimilla 529574
 Dir. Planta: Panam. Norte Km 4.5 470464

2. FALESA - FERROALEACIONES S.A.

Representante: Carlos Montiel Pacheco
 Ciudad: Guayaquil
 Casilla: 2057 U Telex: Fax: 250376 Telf.
 Dir. Oficina: Vía Daule Km 7.8 252879
 Dir. Planta: Vía Daule Km 7.8 251764

3. FUNBROSA - FUNDICION BRONCE FOSFOROSO CENTRIFUGADO S.A.

Representante: Ing. Nelson Holzaptel
 Ciudad: Guayaquil
 Casilla: 414 - P Telex: Fax: Telf.
 Dir. Oficina: Vía Daule Km 7.5 (Lot. Sta. Cecilia) 250428
 Dir. Planta: Vía Daule Km 7.5 (Lot. Sta. Cecilia)

4. FUNDICION ACUÑA

Representante: Luis Acuña Miño
 Ciudad: Guayaquil
 Casilla: Telex: Fax: Telf.
 Dir. Oficina: Décima sexta 1507 y Colombia 460341
 Dir. Planta: Vía Salinas Km 19

5. FUNDIMEC - FUNDICIONES MECANICAS

Representante: Ing. Fernando Marroquín
 Ciudad: Quito
 Casilla: 706 Telex: Fax: Telf.
 Dir. Oficina: Zambrano s/n y 6 de Dic. (Entrada Comité del Pueblo) 475699
 Dir. Planta: Zambrano s/n y 6 de Dic. (Entrada Comité del Pueblo)

6. FUNDIRETME - FUNDICIONES RETME

Representante: Russell Thomson
 Ciudad: Guayaquil
 Casilla: Telex: Fax: 201740 Telf.
 Dir. Oficina: Av. Carlos Julio Arosemena Km 3.5 203220
 Dir. Planta: Av. Carlos Julio Arosemena Km 3.5

7. FUNEC - FUNDICIONES ECUATORIANAS

Representante: Fausto Yáñez Cossio
 Ciudad: Quito
 Casilla: Telex: 22092 Fax: Telf.
 Dir. Oficina: Veintimilla 878 y Amazonas Of. 202 560493
 Dir. Planta: Panam. Norte Km 10 478401

8. FUNYMAQ - FUNDICION Y MAQUINARIA

Representante: Ing. Marco Figueroa D.
 Ciudad: Quito
 Casilla: 5240 S.2 Telex: Fax: 322720 Telf.
 Dir. Oficina: Autopista Sangolquí - Tambillo Km 5.5 627614
 Dir. Planta: Autopista Sangolquí - Tambillo Km 5.5 322720

9. HANSA - HERRAMIENTAS AGRICOLAS NACIONALES S.A.

Representante: Ing. Patricio Alarcón L.
 Ciudad: Quito
 Casilla: 17-01-2205 Telex: Fax: 610459 Telf.
 Dir. Of. : Panam. Sur Km 6 Calles Catarama y Zumbagua esq. s/n 262300
 Dir. Pta. : Panam. Sur Km 6 Calles Catarama y Zumbagua esq. s/n 610459

10. INDUSTRIAS UNIDAS

Representante: Ing. Fausto Ayarza S.
 Ciudad: Quito
 Casilla: Telex: Fax: 569914 Telf.
 Dir. Oficina: Rafael León Larrea #142 y Av. La Coruña (La Floresta) 569775
 Dir. Planta: Calle Huashayacu (Sector de Guápulo) 526854

11. INVALEXCON - INDUSTRIA NACIONAL DE VALVULAS, EXTINGUIDORES Y CONTROLES CIA. LTDA.

Representante: Lic. Carlos Carvajal
 Ciudad: Quito
 Casilla: 1705055 Telex: 21101 Fax: 502336 Telf.
 Dir. Oficina: Veintimilla y Reina Victoria, Edif. Grecia II of. 104 543826
 Dir. Planta: Panam. Sur Km 14.5, Turubamba 629675

12. METAL MECANICA SANTIAGO BOURNE MAZZINI

Representante: Santiago Bourne Mazzini
 Ciudad: Guayaquil
 Casilla: 09-02-0090 Telex: Fax: 252335 Telf. 253935
 Dir. Oficina: Vía Daule Km 16 Lot. Ind. Pascuales
 Dir. Planta: Vía Daule Km 16 Lot. Ind. Pascuales

13. METALURGICA ANDINA CIA. LTDA.

Representante: Gabriel Ariza
 Ciudad: Quito
 Casilla: 10335 Telex: Fax: Telf. 471352
 Dir. Oficina: Panam. Norte Km 5.5 Barrio Cristianita
 Dir. Planta: Panam. Norte Km 5.5 Barrio Cristianita 472496

14. METALURGICA ECUATORIANA CIA. LTDA.

Representante: Daniel Figueroa Gómez
 Ciudad: Quito
 Casilla: 2230 Telex: Fax: Telf. 267600
 Dir. Oficina: Teodoro Gómez de la Torre 720 y Pujilí (San Bartolo)
 Dir. Planta: Teodoro Gómez de la Torre 720 y Pujilí (San Bartolo) 262741

15. METALURGICA MEJIA E HIJOS CIA. LTDA.

Representante: Ing. Eduardo Mejía C.
 Ciudad: Cuenca
 Casilla: 36 A Telex: Fax: Telf. 800297
 Dir. Oficina: Turuhuayco 2-82 y Av. Gil Ramírez Dávalos
 Dir. Planta: Turuhuayco 2-82 y Av. Gil Ramírez Dávalos

16. METINEC - METALURGICA INDUSTRIAL DEL ECUADOR

Representante: Lic. Servio Valarezo S.
 Ciudad: Guayaquil
 Casilla: 215-P Telex: Fax: Telf. 353586
 Dir. Oficina: Vía Daule Km 5.5
 Dir. Planta: Vía Daule Km 5.5 351217

17. RACE - INDUSTRIAS HIDRAULICAS CIA. LTDA.

Representante: Ramón Ceballos Cedeño
Ciudad: Guayaquil
Casilla: 4568 Telex: Fax:
Dir. Oficina: Escobedo 887 y Junín Telf. 306685
Dir. Planta: Vía Daule Km 16.5 Lot. Ind. Pascuales

18. SIDEC - SIDERURGICA ECUATORIANA S.A.

Representante: Ec. Marcelo Roitman Marín
Ciudad: Quito
Casilla: 396 Telex: 22031 Fax: 533660 Telf. 532100
Dir. Oficina: Sabanilla y Gral. Guerrero s/n
Dir. Planta: Sabanilla y Gral. Guerrero s/n

19. TALLER METALURGICO WYZ

Representante: Ing. Juan Zeballos Gando
Ciudad: Guayaquil
Casilla: 2170-U Telex: Fax: Telf. 353272
Dir. Oficina: Mapasingue, Av. 8va. 501 y Calle 3a.
Dir. Planta: Vía Daule Km 10.5 (Lot. Ind. INMACONSA) Ciruelos y Cedros

B I B L I O G R A F I A

1. AMERICAN FOUNDRYMEN'S SOCIETY, *Casting Defects Handbook*, Illinois, 1972.
2. AMERICAN SOCIETY FOR METALS, *Metals Handbook*, Ohio, 1979.
3. ASOMETAL, *Guía nacional del sector Metal-Mecánico*, Quito, 1990.
4. CAPELLO, E. *Tecnología de la Fundición*, Gustavo Gili S.A., Barcelona, 1974.
5. CEBCA, *El sector nacional productor de bienes de capital*, Quito, 1990.
6. CENDES, *Estudio del Mercado Nacional de Productos de Fundición*, Quito, 1984.
7. EDINA, *Guías telefónicas de Guayaquil, Quito y Cuenca* Guayaquil, 1990.

8. ESPIN, R. *La Industria de la Fundición en el Ecuador*, CENDES, Quito, 1980.
9. FULLER, D. *Control de Calidad y Normalización en la Industria de la Fundición*, ESPOL, Guayaquil, 1971.
10. GARCIA Y GORDON, *Levantamiento Tecnológico de la Fundición*, EPN, Quito, 1989.
11. HAKKA, M. *Análisis del Mercado y preparación de Proyectos de Fundición*, CFN, Quito, 1985.
12. LAMBERT, G. *Diagnóstico de Mercado para Piezas Fundidas Ferrosas en el Ecuador*, CFN, Quito, 1983.
13. MICIP, *Directorio Industrial por CIIU*, Guayaquil, 1990.
14. STEEL FOUNDERS'S SOCIETY OF AMERICA, *Steel Casting Handbook*, Cleveland, 1980.