

**AVMA SOLUCIONES SA de CV**  
**Ricardo Margain Num575, Res Corporativo Santa Engracia. EDF**  
**IOS "C" 4 Piso, San Pedro Garza García N.L.**  
**RFC: AIS-040414-1Y4**  
**Tel +52 (81) 1001 5000 Dir, 12 53 73 76**



## Reporte final de la consultoría especializada para la implementación del centro de fundición nodular de alta tecnología.

---

Expertos en Soluciones de Ingeniería

INFORMACIÓN  
CONFIDENCIAL

San Juan del Río, Querétaro  
a 8 de septiembre del 2015

**Omar Hernández**  
**Gerente de Calidad**  
**Hernández Hermanos Mecánicos SA**  
**PRESENTE-**



# Contenido

- Objetivo..... 3
  - Objetivos específicos ..... 3
- Justificación..... 4
- Metodología de la consultoría ..... 5
  - Diagnóstico y análisis de brecha..... 5
  - Sensibilización y capacitación ..... 8
  - Revisión y adecuación de procesos ..... 21
  - Auditoría ..... 37
  - Acciones correctivas..... 56



# Objetivo

El presente reporte tiene como objetivo general documentar el proceso de la consultoría especializada para la implementación del centro de fundición nodular de alta tecnología en la empresa Hernández Hermanos Mecánicos, S.A. Se mostrarán los trabajos realizados durante la consultoría en la implementación del nuevo proceso en la empresa.

## Objetivos específicos

- Implementar el proceso de fundición nodular.
- Aumentar la productividad de la empresa mediante la implementación de un proceso eficiente que genera mayor valor a los productos y procesos de la empresa.
- Integrar las evidencias en un reporte que permanezca en la empresa para futuras referencias.



# Justificación

De acuerdo con la dirección de la empresa; el proceso de fundición nodular ha sido requerido en diversas ocasiones por los clientes actuales de la industria automotriz hacia Hernández Hermanos Mecánicos S.A. derivado de la relación de trabajo existente entre la empresa y los compradores, quienes encuentran en HHM un aliado estratégico para el desarrollo de sus productos actuales en fundición de hierro gris y aluminio y es su deseo crecer el negocio entre ambas partes incluyendo en las cotizaciones partes fabricadas mediante el proceso de fundición nodular.

Para este efecto, la empresa ha decidido invertir en un proyecto integral de capacitación y consultoría especializada para la implementación del nuevo centro de fundición nodular para la industria automotriz. Así pues, se estima que derivado del presente servicio de consultoría especializada se desprendan bastantes beneficios para HHM y sus clientes, tales como el aumento de la productividad, aumento del valor agregado a los procesos y productos de la empresa, aumento de las capacidades técnicas de sus empleados, incremento en la cartera de clientes de HHM y de su abanico de productos y procesos productivos a ofertar.



# Metodología de la consultoría

La consultoría está diseñada para llevarse a cabo de forma natural dividida en 5 grandes bloques determinados a continuación:

## Diagnóstico y análisis de brecha

El proceso de fundición nodular es muy similar en principio a la fundición de hierro gris, sin embargo se necesita de gran conocimiento y equipamiento para poder identificar y diseñar una colada de fundición nodular; pues son pequeños detalles en la fórmula requerida para la colada y dependiendo de las especificaciones del cliente o las cualidades que se busquen en la pieza ya sea para algún proceso subsecuente o final, se debe de prestar mucha atención a estos detalles. Principalmente los elementos químicos que marcan la diferencia entre la fundición de hierro gris y la de hierro nodular son el grafito, azufre, magnesio y silicio.

El hierro nodular es altamente utilizado en la industria automotriz, pues presenta muchas ventajas en relación al hierro gris y al acero, por ejemplo, el hierro nodular tiene mayor resistencia a la fatiga y al desgaste, debido a la estructura de sus componentes como el carbono que es presentado en nódulos de grafito que inhiben la propagación de grietas y alta resistencia al desgaste. Para los clientes de Hernández Hermanos Mecánicos S.A. la aplicación de hierro nodular puede ser aprovechada en las partes fundidas para la transmisión, cigüeñales, monoblocks, masas, engranes, entre muchas otras aplicaciones que si bien el hierro nodular es más costoso que el hierro gris, el grado de valor – costo es mucho mejor incluso que fundiciones de acero, piezas forjadas y otros tipos de materiales con aleaciones dúctiles.

La adición al hierro nodular de Magnesio y Cerio es lo que provoca la sedimentación del carbono en forma nodular y se diferencian varios tipos de hierro nodular depende de la estructura cristalina del carbono:

- Hierro Nodular Austenítico. Son aleaciones con buena resistencia mecánica, a la corrosión y a la oxidación además de tener propiedades magnéticas y alta estabilidad en alta temperatura a resistencia mecánica y dimensional.
- Hierro Nodular Austemperizado. Esta aleación tiene mayor resistencia mecánica, mayor dureza y resistencia al desgaste. Además tiene una muy buena capacidad de deformación y alta tenacidad y resistencia a la fractura. Son utilizadas principalmente para reducir el costo y el peso en sus aplicaciones.
- Hierro Nodular Ferrítico. Sus propiedades principales son la alta resistencia al impacto, alta permeabilidad magnética, buena maquinabilidad, resistencia a la corrosión y moderada conductividad térmica.
- Hierro Nodular Martensítico. Ésta es una aleación dura y frágil, casi no es utilizada dentro de la industria por lo mismo sin embargo con un tratamiento térmico puede mejorar sus propiedades resultando alta resistencia mecánica y corrosiva y alta dureza.



- Hierro Nodular Perlítico. La aleación tiene alta resistencia, es relativamente duro, tiene moderada resistencia al impacto y buena resistencia al desgaste; buena maquinabilidad y baja permeabilidad térmica al igual que poca conductividad térmica.
- Hierro Nodular Perlítico-Ferrítico. Es la aleación más popular de hierro nodular, comparte muchas características con el hierro nodular ferrítico y perlítico, además de tener buena maquinabilidad y el menor costo de las aleaciones de hierro nodular en general.

Los principales productos y materiales reemplazados por el hierro nodular que tendrán aplicación dentro de la producción de Hernández Hermanos Mecánicos S.A. son dentro de las transmisiones en los engranes axiales realizados con acero forjado, engranes de motores diésel al acero forjado, cigüeñales también forjados en acero, discos de embrague fabricados con forja de acero, engranes internos de la caja de transmisión igualmente forjados en acero, calibradores de discos de frenos, masas y cajas y componentes de transmisión realizados todos en acero. Teniendo como ventajas principales para los productos la reducción de costos, mejor maquinabilidad, reducción de peso, mayor resistencia a la fatiga, mayor durabilidad, mejor resistencia al desgaste y una operación más silenciosa.

Al igual que la fundición gris, el hierro nodular tiene una excelente fluidez, por lo que se pueden fabricar piezas de espesores reducidos, teniendo en consideración una fluidez lineal y con poca aceleración al momento del vaciado en moldes.

Otra ventaja del hierro nodular es la facilidad para realizar tratamientos térmicos a las piezas fundidas, ya que el carbono libre en las matrices (dependiendo el tipo de hierro nodular visto anteriormente) se puede disolver al nivel deseado para ajustar su dureza y propiedades mecánicas, este carbono puede ser endurecido al temple directo a la flama, por inducción, por láser o haz de electrones. Además se puede mejorar la característica de mayor lubricación en los engranes por el contenido de grafito, debido a su bajo coeficiente de fricción.

Una vez analizadas las bases y diferencias generales entre el proceso actual de la empresa y el proceso a ser implementado seguimos por identificar los procesos de la empresa Hernández Hermanos Mecánicos S.A.

Se identifican 4 tipos de procesos dentro de la empresa:

- Procesos orientados al cliente.
  - o Moldeo
  - o Fundición y Vaciado
  - o Terminado
- Procesos de revisión por la dirección y mejora continua
  - o Inversiones
  - o Medición y Evaluación
  - o Acciones de Mejora
- Procesos de Apoyo
  - o Ventas

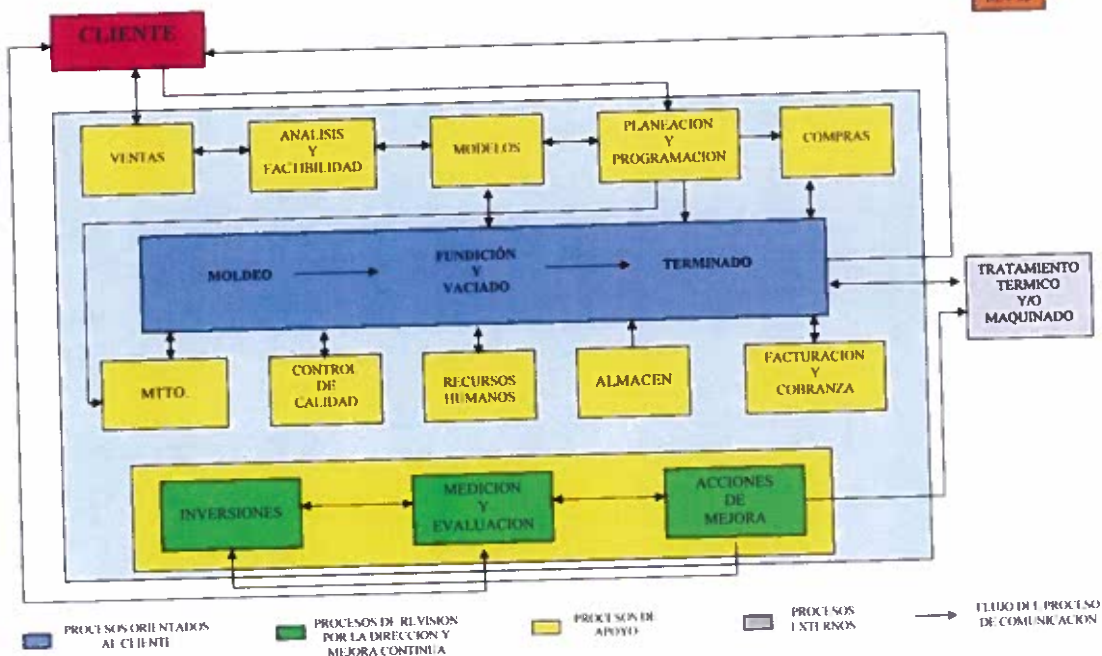


- Análisis y Factibilidad
- Modelos
- Planeación y Programación
- Compras
- Mantenimiento
- Control de la Calidad
- Recursos Humanos
- Almacén
- Facturación y Cobranza
- Procesos Externos
  - Tratamientos térmicos y/o Maquinado



MAPA DE PROCESOS

REV 03



Durante la etapa de revisión y adecuación de procesos se desglosarán desarrollados así como las variables de cada uno de ellos.





## Sensibilización y capacitación

Durante esta etapa se realizó la capacitación del personal y se hicieron algunas corridas de fundición de hierro nodular para asegurar el conocimiento de los empleados. Los resultados que se presentan en el presente reporte de la consultoría especializada son los análisis realizados en laboratorio a las muestras de cada colada de hierro gris y hierro nodular, así como las tablas de especificaciones de los valores porcentuales de cada fórmula de acuerdo con la especificación del hierro y las necesidades del cliente.

Para la fundición de hierro gris y nodular se utilizó la siguiente tabla como base, teniendo en cuenta las variaciones de cada tipo de fierro en cada colada se muestran a continuación los valores por elemento químico presente en la muestra de las coladas.

### Application Solution Packages

Q2 Fe-Base Calibration Ranges														
Elements	Fe - Global		Low Alloy Steel		Cast Iron		Cr Cr/Ni Steel		Cr Cr/Ni Steel		Tool Steel		Mn Steel	
	Fe100		Fe110		Fe120		Fe130		Fe131		Fe140		Fe150	
	min %	max %	min %	max %	min %	max %	min %	max %	min %	max %	min %	max %	min %	max %
C	0.0050	4.40	0.0050	1.50	1.7000	4.50	0.0050	1.70	0.0050	0.40	0.1000	2.60	0.0050	1.50
Si	0.0100	6.00	0.0100	1.50	0.1000	5.00	0.0050	4.00	0.0060	1.30	0.0100	1.00	0.0100	1.80
Mn	0.0050	19.00	0.0050	2.50	0.0050	1.50	0.0000	19.00	0.0050	1.60	0.0050	1.60	2.0000	19.00
P	0.1000	1.20	0.0030	0.08	0.0030	1.20	0.0030	0.07	0.0010	0.05	0.0010	0.06	0.0010	0.11
Cr	0.0100	28.00	0.0100	1.50	0.0100	1.40	7.0000	27.00	0.0100	27.00	0.0100	6.00	0.0100	2.50
Mo	0.0100	11.00	0.0100	1.50	0.0100	1.50	0.0000	3.00	0.0050	5.50	0.0100	10.50	0.0100	1.50
Ni	0.0100	50.00	0.0100	1.50	0.0100	1.80	0.0000	22.00	18.0000	50.00	0.0100	0.26	0.0100	2.00
Cu	0.0050	8.00	0.0050	0.80	0.0050	1.50	0.0050	8.00	0.0050	3.50			0.0050	0.30
Al	0.0050	3.00	0.0030	1.20	0.0030	0.09	0.0000	0.95	0.0030	2.80			0.0030	0.21
Co	0.0050	10.00	0.0050	0.35	0.0050	0.12	0.0050	0.60	0.0050	10.00	0.0050	9.00		
Nb	0.0050	3.00	0.0050	0.35	0.0050	0.07	0.0000	3.00	0.0500	0.65				
Ti	0.0030	2.50	0.0030	0.35	0.0030	0.35	0.0030	0.45	0.0030	2.50				
V	0.0100	10.00	0.0050	0.06	0.0050	0.55	0.0050	0.90	0.0050	0.55	0.0100	11.00	0.0100	0.25
W	0.1000	19.00	0.0300	3.00	0.0100	0.06					0.0500	19.00		
Mg	0.0050	0.12			0.0050	0.12								
S			0.0030	0.10	0.0030	0.15	0.0030	0.10	0.0030	0.03	0.0030	0.10	0.0030	0.03
Fe	Reference		Reference		Reference		Reference		Reference		Reference		Reference	

La tabla muestra los elementos que deben estar presentes en el material así como los rangos en porcentajes del material referencia en este caso el Hierro; para la fundición se toman los datos de la columna Fe120 Cast Iron (Hierro Fundido)





Los elementos son:

Símbolo	Elemento
C	Carbono
Si	Silicio
Mn	Manganeso
P	Fósforo
Cr	Cromo
Mo	Molibdeno
Ni	Níquel
Cu	Cobre
Al	Aluminio
Co	Cobalto
Nb	Niobio
Ti	Titanio
V	Vanadio
W	Wolframio
Mg	Magnesio
S	Azufre
Fe	Hierro

Los valores en las columnas min % y max % son los valores mínimo y máximo respectivamente que la fórmula debe contener en relación al porcentaje de hierro total, es por eso que la línea de Fe marca el valor como referencia; es decir, de Carbono puede tener desde 1.7% hasta 4.5% en comparación con el Hierro.

A continuación se presentan los análisis realizados con el espectrómetro de emisión analizador de metales Q2 ION de la marca Bruker que es con el que se equipó el laboratorio de pruebas y metrología de Hernández Hermanos Mecánicos S.A. el cual es un espectrómetro de emisión óptica ultra ligero con el cual con solo colocar la muestra del metal en la cámara de chispeo y correr el análisis, en menos de 30 segundos se tiene en pantalla la composición elemental completa del metal.





Imagen del espectrómetro Bruker Q2 ION en el laboratorio de HHM




Imagen de las muestras y demás aparatos de metrología y pruebas en el laboratorio de la empresa.



Imagen de las muestras utilizadas durante la consultoría especializada.

Los valores que dio el análisis del espectrómetro en las corridas de las coladas de hierro gris son:

Hierro Gris

Bruker Analysis Report 

---

∅	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
	3,331	2,074	0,329	0,095	0,117
∅	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	Al [%]
	0,179	0,038	0,093	0,264	<0,0020
∅	Co [%]	Mg [%]	Nb [%]	Ti [%]	V [%]
	0,0078	<0,0020	<0,0050	0,0088	0,0085
∅	W [%]	B [%]	Sn [%]	Fe [%]	
	<0,0100	0,0027	0,019	93,43	

Análisis elemental del metal en la primera colada de hierro gris



Bruker Analysis Report

HG 2 (Pintado)



C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
3,124	1,656	0,446	0,087	0,060
Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	Al [%]
0,185	0,034	0,107	0,211	<0,0020
Co [%]	Mg [%]	Nb [%]	Ti [%]	V [%]
0,0065	<0,0020	<0,0050	0,0070	0,0087
W [%]	B [%]	Sn [%]	Fe [%]	
<0,0100	0,0017	0,014	94,05	

Análisis elemental de la segunda colada de hierro gris

Bruker Analysis Report

HG 3



C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
3,229	2,443	0,413	0,175	0,089
Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	Al [%]
0,165	0,029	0,085	0,203	<0,0020
Co [%]	Mg [%]	Nb [%]	Ti [%]	V [%]
0,0067	<0,0020	<0,0050	0,012	0,0089
W [%]	B [%]	Sn [%]	Fe [%]	
<0,0100	0,0016	0,024	93,12	

Análisis elemental de la tercera colada de hierro gris



Bruker Analysis Report



	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
⊙	3,539	2,173	0,459	0,118	0,134
	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	Al [%]
⊙	0,171	0,027	0,094	0,256	<0,0020
	Co [%]	Mg [%]	Nb [%]	Ti [%]	V [%]
⊙	0,0071	<0,0020	<0,0050	0,011	0,0078
	W [%]	B [%]	Sn [%]	Fe [%]	
⊙	<0,0100	0,0034	0,015	92,98	

Análisis elemental de la cuarta colada de hierro gris

Bruker Analysis Report



*Fe 2da prueba*

	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
⊙	3,480 <i>OK</i>	1,664 <i>1.710</i> <i>2.0 - 2.20 x 0.60 - 0.80 &lt;</i>	0,392	0,094 <i>0.110</i> <i>0.03 - 0.25</i>	0,085
	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	Al [%]
⊙	0,134 <i>OK</i>	0,020	0,066 <i>OK</i>	0,224 <i>OK</i> <i>0.1 - 0.30</i>	<0,0020
	Co [%]	Mg [%]	Nb [%]	Ti [%]	V [%]
⊙	0,0064	<0,0020	<0,0050	0,0083	0,0065
	W [%]	B [%]	Sn [%]	Fe [%]	
⊙	<0,0100	0,0030	0,0086	93,80	

Análisis elemental de la quinta colada de hierro gris



Bruker Analysis Report



*Fe 1<sup>ra</sup> PROCEZA*

	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
⊗	3,326 ✓	1,492 ✓	0,271	0,103	0,114 ✓
	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	Al [%]
⊗	0,138	0,029	0,103	0,223	<0,0020
	Co [%]	Mg [%]	Nb [%]	Ti [%]	V [%]
⊗	0,0069	<0,0020	<0,0050	0,0063	0,0057
	W [%]	B [%]	Sn [%]	Fe [%]	
⊗	<0,0100	0,0040	0,0089	94,17	

Análisis elemental de la sexta colada de hierro gris

Bruker Analysis Report



*DZA HRAIZA*

	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
⊗	2,771	2,281	1,117	0,046	>0,180
	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	Al [%]
⊗	0,208	0,065	0,159	0,283	0,0057
	Co [%]	Mg [%]	Nb [%]	Ti [%]	V [%]
⊗	0,012	<0,0020	<0,0050	0,016	0,016
	W [%]	B [%]	Sn [%]	Fe [%]	
⊗	<0,0100	0,028	0,036	91,87	

*OK 15*

Análisis elemental de la séptima colada de hierro gris



Bruker Analysis Report



H. 5.

	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
⊗	3,624	1,697	0,481	0,064	0,078
	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	Al [%]
⊗	0,168	0,024	0,096	0,228	<0,0020
	Co [%]	Mg [%]	Nb [%]	Ti [%]	V [%]
⊗	0,0073	<0,0020	<0,0050	0,011	0,0096
	W [%]	B [%]	Sn [%]	Fe [%]	
⊗	<0,0100	0,0035	0,017	93,49	

Análisis elemental de la octava colada de hierro gris

Bruker Analysis Report



A10124

HG 2

	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
⊗	3,399	2,267	0,415	0,114	0,134
	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	Al [%]
⊗	0,180	0,036	0,081	0,267	<0,0020
	Co [%]	Mg [%]	Nb [%]	Ti [%]	V [%]
⊗	0,0056	<0,0020	<0,0050	0,010	0,0068
	W [%]	B [%]	Sn [%]	Fe [%]	
⊗	<0,0100	0,0029	0,018	93,07	

Análisis elemental de la novena colada de hierro gris.





Se pueden observar en algunas hojas de análisis las anotaciones que los mismos empleados hicieron, en donde pudieron observar los cambios, variaciones y rangos en que debían de estar los elementos del metal dependiendo de la aplicación del producto final y las especificaciones del cliente; si bien los elementos pueden estar dentro de las especificaciones generales de la tabla estándar Fe120, cada colada es especial dependiendo el producto para el que se destine y las especificaciones de cada cliente en particular.

Una vez que se explicaron los detalles y la importancia de los rangos porcentuales de la presencia de ciertos elementos en la fórmula, se instruyó a los empleados en el proceso de hierro nodular y se corrieron los siguientes análisis para 7 coladas, basados en la tabla que se les dio para comparar todas las coladas de hierro nodular.

/ Fe120 / / / / - Element Concentrations

Name	Unit	Average	Abs. Std. Dev.	Rel. Std. Dev.	1	2	3	4
C	%	<b>3,441</b>	0,048	1,39	3,449	3,390	3,485	
Si	%	<b>2,075</b>	0,018	0,86	2,067	2,095	2,062	
Mn	%	<b>0,872</b>	0,013	1,44	0,860	0,885	0,870	
P	%	<b>0,023</b>	0,0032	13,78	0,021	0,022	0,027	
S	%	<b>&lt;0,0030</b>	0,0005	19,99	<0,0030	<0,0030	0,0032	
Cr	%	<b>0,036</b>	0,0038	10,42	0,038	0,039	0,032	
Mo	%	<b>0,011</b>	0,0006	5,09	0,012	0,011	0,011	
Ni	%	<b>0,043</b>	0,0032	7,42	0,041	0,047	0,042	
Cu	%	<b>0,725</b>	0,018	2,49	0,710	0,745	0,720	
Al	%	<b>0,0087</b>	0,0008	8,68	0,0088	0,0094	0,0079	
Co	%	<b>0,0051</b>	0,0016	31,07	0,0059	0,0062	0,0033	
Mg	%	<b>0,048</b>	0,0025	5,28	0,050	0,045	0,048	
Nb	%	<b>&lt;0,0050</b>	0,0012	32,95	<0,0050	<0,0050	<0,0050	
Ti	%	<b>0,0034</b>	0,0001	2,94	0,0033	0,0034	0,0035	
V	%	<b>0,0066</b>	0,0007	10,14	0,0069	0,0070	0,0058	
W	%	<b>&lt;0,0100</b>	0,0086	2582,15	<0,0100	<0,0100	<0,0100	
B	%	<b>0,0019</b>	0,0004	18,98	0,0015	0,0020	0,0022	
Sn	%	<b>0,071</b>	0,0031	4,32	0,074	0,068	0,070	
Fe	%	<b>92,62</b>	0,021	0,02	92,64	92,61	92,60	

*nodular*

Tabla guía de concentración de elementos en hierro nodular.



Bruker Analysis Report



16/01/23

	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
⊗	3,264	4,083	0,372	0,091	0,023
	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	Al [%]
⊗	0,432	0,045	0,222	0,226	0,016
	Co [%]	Mg [%]	Nb [%]	Ti [%]	V [%]
⊗	0,0087	-0,120	0,022	0,016	0,010
	W [%]	B [%]	Sn [%]	Fe [%]	
⊗	0,053	<0,0010	0,015	90,98	

Análisis elemental de la tercera colada de hierro nodular.

Bruker Analysis Report

HIERRO NODULAR



	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
⊗	3,736	2,683	0,424	0,158	0,046
	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	Al [%]
⊗	0,156	0,048	0,107	0,205	<0,0020
	Co [%]	Mg [%]	Nb [%]	Ti [%]	V [%]
⊗	0,0058	0,052	<0,0050	0,011	0,0084
	W [%]	B [%]	Sn [%]	Fe [%]	
⊗	<0,0100	0,0020	0,020	92,33	

Análisis elemental de la cuarta colada de hierro nodular.



Bruker Analysis Report



NODULAR

	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
⊗	3,489	3,011	0,418	0,111	0,018
	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	Al [%]
⊗	0,166	0,029	0,142	0,200	0,012
	Co [%]	Mg [%]	Nb [%]	Ti [%]	V [%]
⊗	0,0076	0,036	<0,0050	0,014	0,010
	W [%]	B [%]	Sn [%]	Fe [%]	
⊗	<0,0100	0,0022	0,017	92,32	

Análisis elemental de la quinta colada de hierro nodular.

Bruker Analysis Report



NODULAR

	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
⊗	3,280	3,007	0,410	0,096	0,013
	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	Al [%]
⊗	0,174	0,027	0,084	0,201	0,0091
	Co [%]	Mg [%]	Nb [%]	Ti [%]	V [%]
⊗	0,0066	0,017	<0,0050	0,012	0,010
	W [%]	B [%]	Sn [%]	Fe [%]	
⊗	<0,0100	0,0018	0,015	92,64	

Análisis elemental de la sexta colada de hierro nodular.





C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
2,868 <i>2.5 - 2.90</i>	3,518 <i>OK</i> <i>2.60 - 2.90</i>	0,314 <i>OK</i> <i>0.30 - 0.50</i>	0,139 <i>1170</i> <i>0.00 - 0.05</i>	0,015 <i>-OK</i>
Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	Al [%]
0,118 <i>0.10</i>	0,025	0,077 <i>0.00 - 0.050</i>	0,163 <i>0.00 - 0.10</i>	0,018
Co [%]	Mg [%]	Nb [%]	Ti [%]	V [%]
0,0058	0,048	<0,0050	0,0099	0,0094 <i>0.00 - 0.05 OK</i>
W [%]	B [%]	Sn [%]	Fe [%]	
<0,0100	<0,0010	0,0037	92,67	

*C 2.5 - 2.90*  
*Si 2.60 - 2.90*  
*Mn 0.30 - 0.50*  
*S 0.020 MAX*

**Análisis elemental de la séptima colada de hierro nodular.**

De igual manera que en las coladas de hierro gris, en algunas hojas de análisis se pueden observar las anotaciones de los empleados identificando las fallas o mediciones fuera de rango necesarios para llevar a cabo con calidad una fundición de hierro nodular. Así como las especificaciones asignadas en algunos casos para el ejercicio dependiendo de requerimientos especiales de productos como partes de transmisión, partes de motor, entre otros.





C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]
2,868 <i>3.5 - 3.90</i>	3,518 <i>OK</i> <i>2.60 - 2.90</i>	0,314 <i>OK</i> <i>0.30 - 0.50</i>	0,139 <i>ALTO</i> <i>0.00 - 0.05</i>	0,015 <i>- OK</i>
Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	Al [%]
0,118 <i>0.10</i>	0,025	0,077 <i>0.20 - 0.050</i>	0,163 <i>0.00 - 0.10</i>	0,018
Co [%]	Mg [%]	Nb [%]	Ti [%]	V [%]
0,0058	0,048	<0,0050	0,0099	0,0094 <i>0.00 - 0.05 OK</i>
W [%]	B [%]	Sn [%]	Fe [%]	
<0,0100	<0,0010	0,0037	92,67	

*C = 3.6 - 3.8*  
*Si = 1.4 - 1.6*  
*Mn = 0.30 - 0.50*  
*S = 0.020 MAX*

**Análisis elemental de la séptima colada de hierro nodular.**

De igual manera que en las coladas de hierro gris, en algunas hojas de análisis se pueden observar las anotaciones de los empleados identificando las fallas o mediciones fuera de rango necesarios para llevar a cabo con calidad una fundición de hierro nodular. Así como las especificaciones asignadas en algunos casos para el ejercicio dependiendo de requerimientos especiales de productos como partes de transmisión, partes de motor, entre otros.



## Revisión y adecuación de procesos

En esta sección se definirán los procesos involucrados en el proceso de fundición nodular estableciendo para cada uno quién es el responsable del proceso, los indicadores, las entradas y salidas, información que requiere el proceso y los medios o recursos necesarios para la ejecución de cada proceso. Este reporte muestra los resultados del trabajo de la consultoría especializada tomando en cuenta las herramientas utilizadas para el levantamiento de los procesos, la definición de las variables a evaluar y los parámetros de aceptación o rechazo de las salidas de cada proceso y demás herramientas de consultoría que fueron aplicadas.

Se inicia con el proceso de ventas, que es responsabilidad del gerente o agente de ventas y tiene como indicadores el obtener una programación de 2 toneladas de hierro gris o nodular y 300 kilogramos de aluminio. Como entrada es la recepción del diseño de la pieza y como salida la cotización. La información requerida son las políticas de venta, las especificaciones del producto y el análisis de factibilidad y se requiere de internet, teléfono, fax, una computadora y un automóvil para realizar el proceso.



## VENTAS

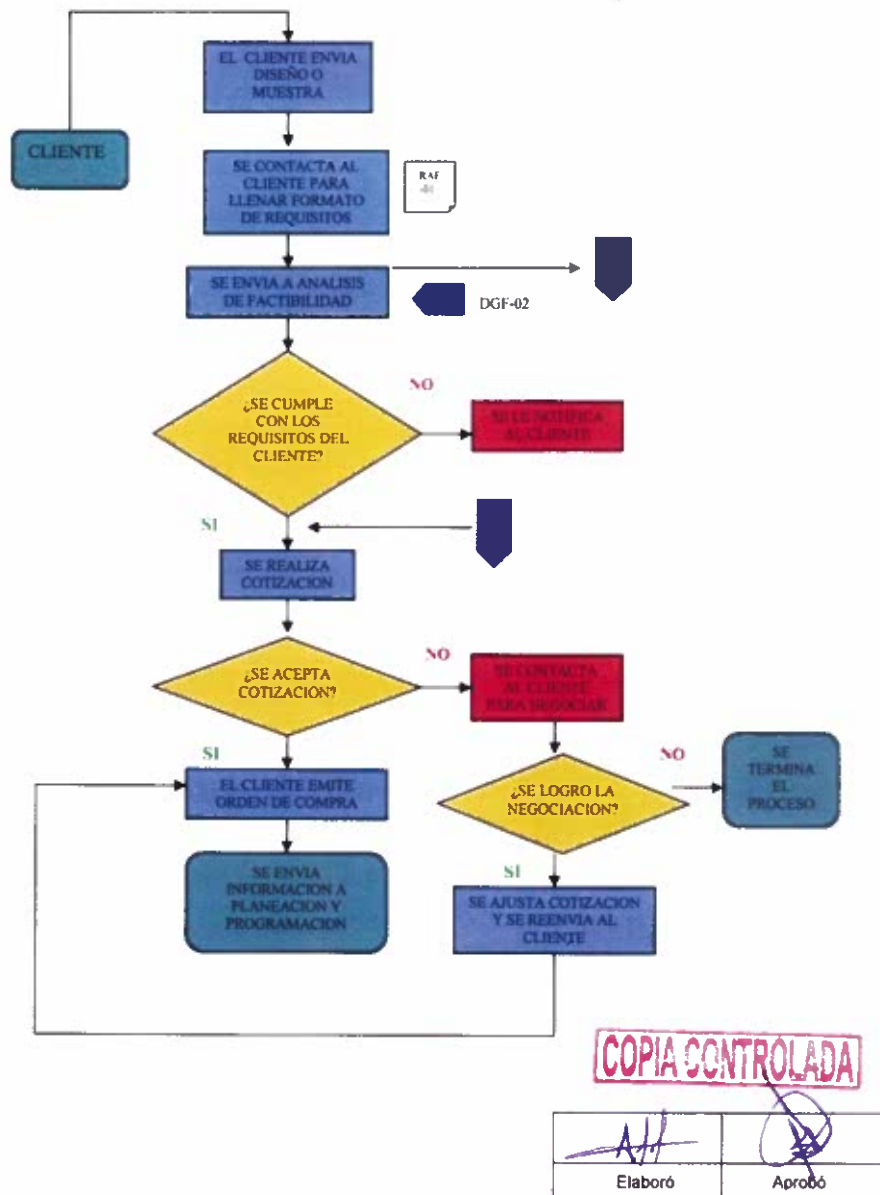


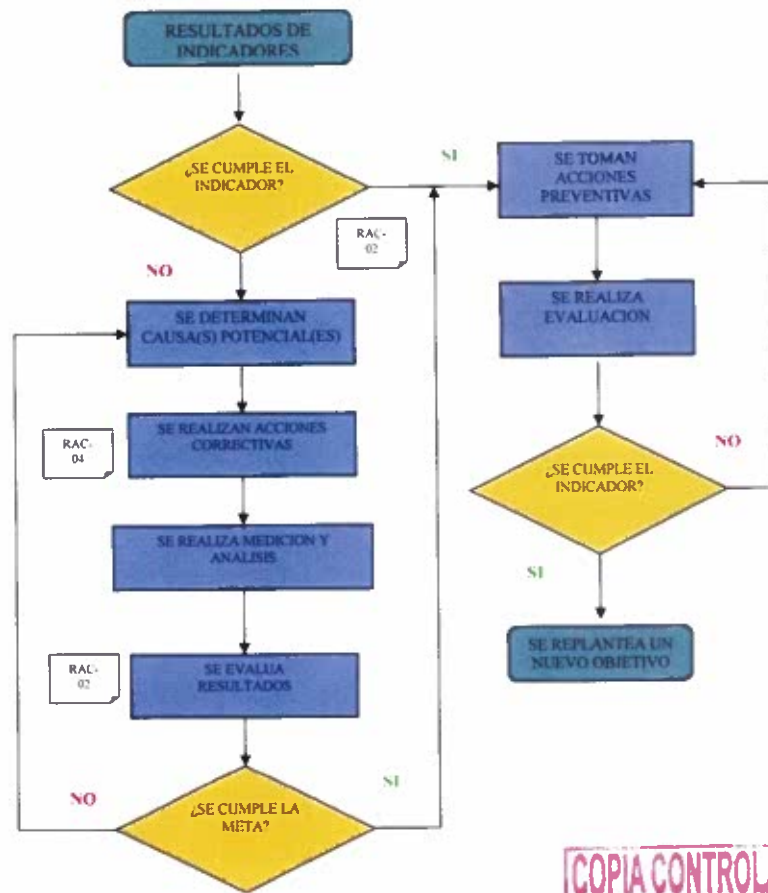
Diagrama de flujo del proceso de ventas



Para mantener el aseguramiento de la calidad se introduce el proceso de medición y evaluación, responsabilidad del comité de aseguramiento de la calidad y tiene como indicadores la satisfacción del cliente y la tabla de gestión directiva. Las entradas del proceso son las metas y objetivos que se desean alcanzar y la salida es la planeación y estructura de un sistema de trabajo eficaz. La información que requiere el proceso son los objetivos claros y medibles, procesos perfectamente bien desarrollados e indicadores que permitan comparar resultados. Los medios necesarios son las herramientas de supervisión, una computadora, reportes, récords y gráficas de indicadores.



### MEDICIÓN Y EVALUACIÓN



COPIA CONTROLADA

Diagrama de flujo del proceso de medición y evaluación.



El proceso de análisis y factibilidad es responsabilidad del jefe de producción y control de la calidad, sus indicadores son la efectividad en el análisis para saber si es factible el proyecto. La información requerida es: requerimientos del cliente, especificación del material, análisis de costos y capacidad instalada. La entrada del proceso es el diseño del cliente para estudiarlo y la salida es la aprobación a ventas para realizar la cotización. Los recursos necesarios son una computadora con internet y teléfono.



### ANALISIS Y FACTIBILIDAD

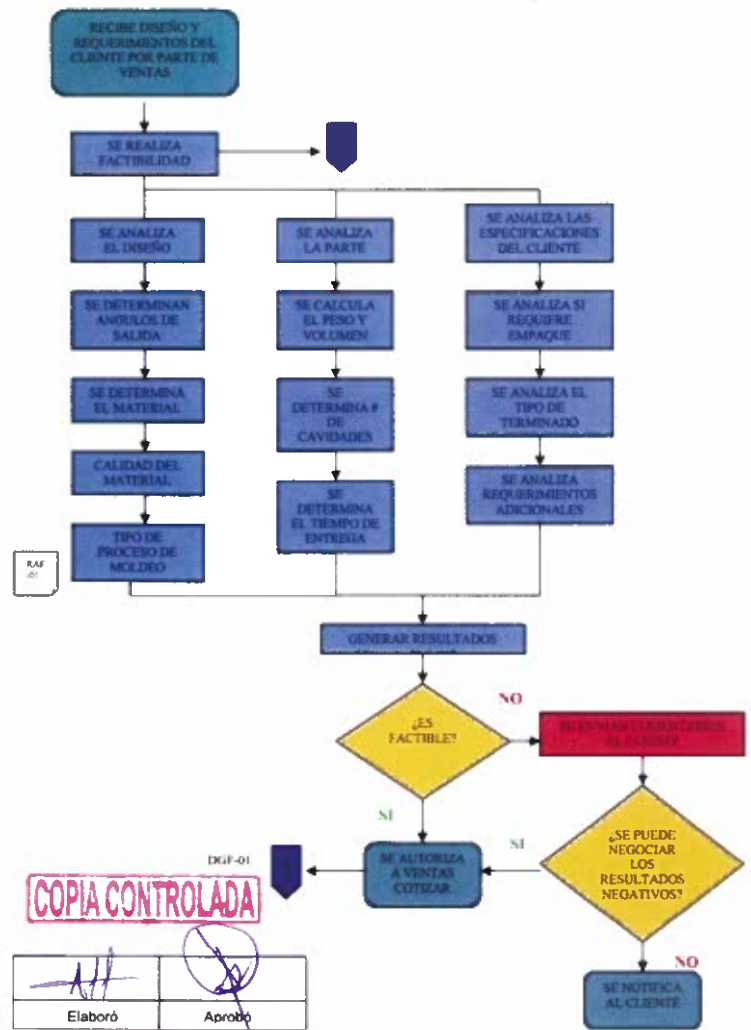


Diagrama de flujo del proceso de Análisis y Factibilidad.



Después de que se analiza el producto, se pasa al proceso de modelos, responsabilidad del jefe de producción y el jefe de control de calidad, donde su indicador es la entrega a tiempo y la información necesaria son: medidas de la pieza, tipo de material y especificaciones de acabado, la entrada del proceso es el diseño o plano de la pieza y las muestras de la misma; la salida del proceso es el modelo o herramental de madera, aluminio o hierro gris o nodular y los materiales necesarios son madera, maquinaria, herramientas y la fundición en caso de ser requerida.



### MODELOS

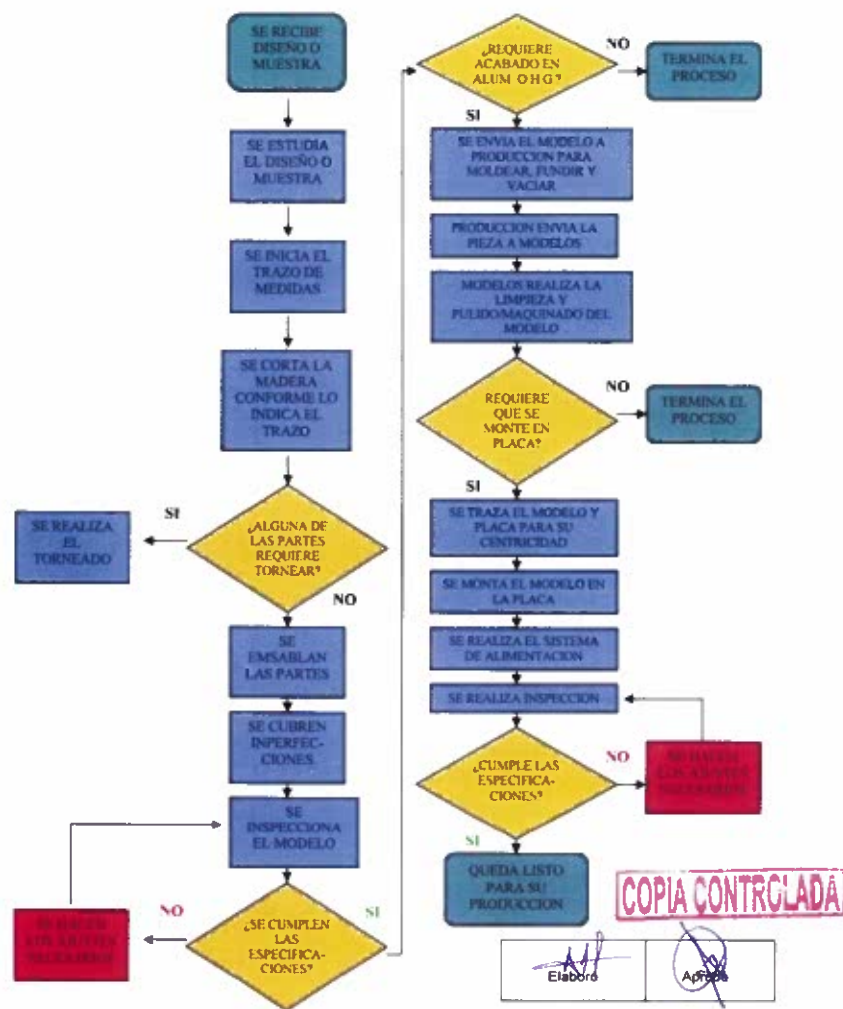


Diagrama de flujo del proceso de Modelos.



Después de realizado el modelo, se continúa con la planeación y programación de la producción, responsabilidad tanto del jefe de producción como de la administración de la empresa. Sus indicadores de proceso son la reducción en tiempos de entrega, reducción en tiempos de respuesta y solución de problemas. Las entradas del proceso son la orden de compra y el "release" y como salida está la programación y organización de las actividades consecutivas. La información que requieren es el número de producción, la especificación del material y el tiempo de entrega y los recursos necesarios son una computadora con internet y el teléfono.



### PLANEACION Y PROGRAMACION

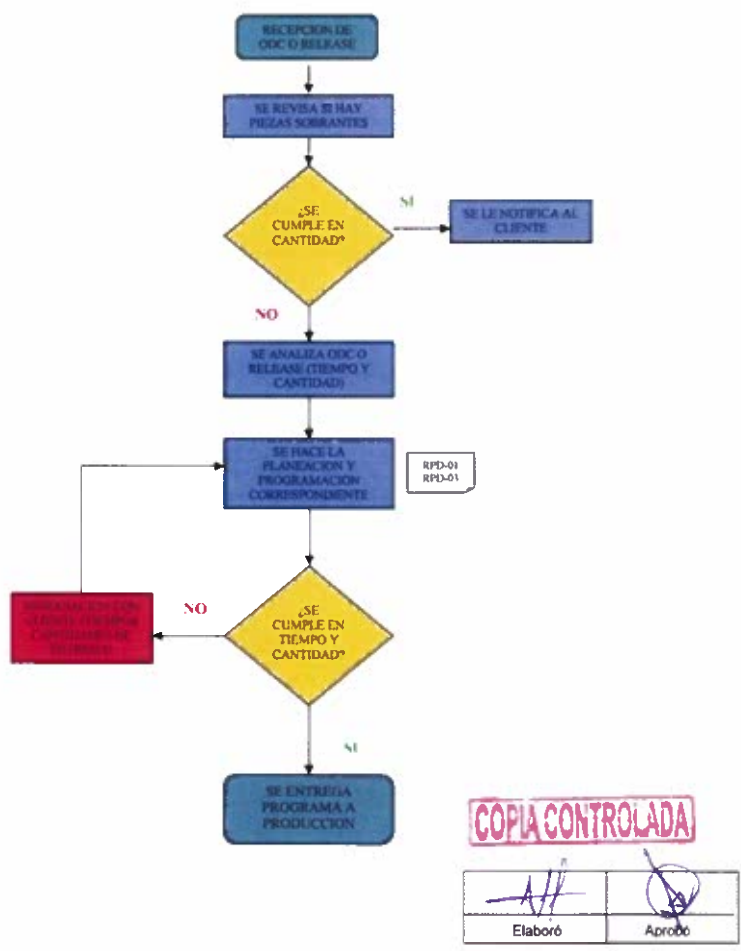


Diagrama de flujo del proceso de Planeación y Programación.



El proceso de compras es el siguiente dentro del flujo natural de producción, responsabilidad del jefe de compras que tiene como indicadores los tiempos muertos por falta de insumos, el material requerido y las entregas a tiempo. La entrada del proceso son los inventarios y las requisiciones de material y la salida del proceso es la recepción de materia prima requerida. La información que requiere el proceso es la especificación de cada materia prima así como la cantidad requerida. Los medios o recursos necesarios son recursos económicos para realizar la compra, computadora, internet, teléfono y en su caso automóvil.



### COMPRAS

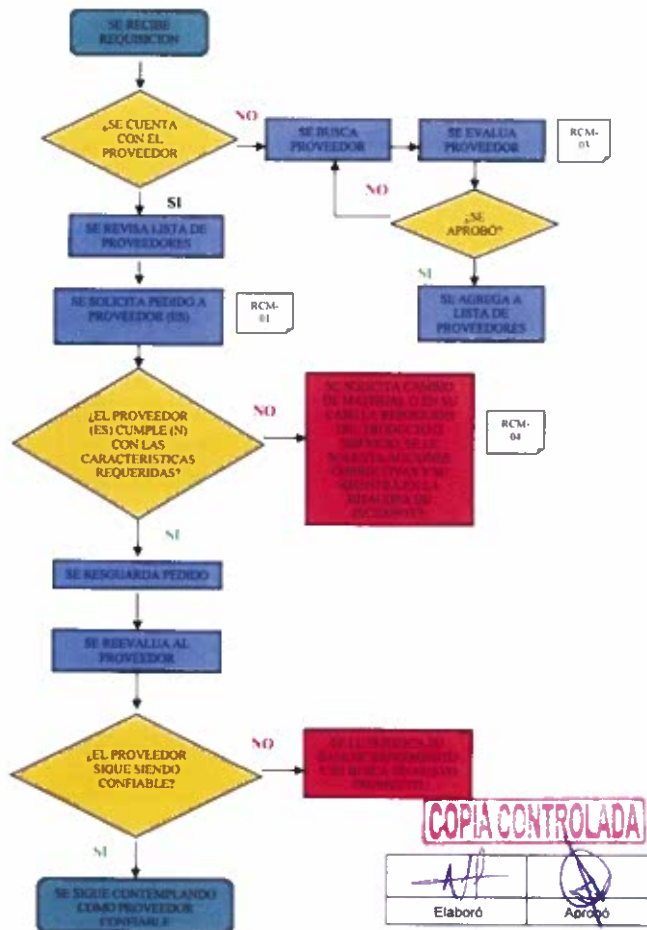


Diagrama de flujo del proceso de Compras.



El proceso de mantenimiento es muy importante para no detener la producción o generar algún problema con la maquinaria y el equipo; este proceso es responsabilidad de los técnicos en mantenimiento y del jefe de control de calidad. El indicador es disminuir el tiempo muerto en la producción. Las entradas del proceso es la orden de mantenimiento de maquinaria y herramientas y el programa de producción, la salida es el seguimiento de las actividades programadas y tener la maquinaria en óptimas condiciones. La información requerida es el reporte de fallas y comportamiento de maquinaria y herramienta y el equipo necesario es el propio para el ajuste o reparación de la maquinaria.



### MANTENIMIENTO

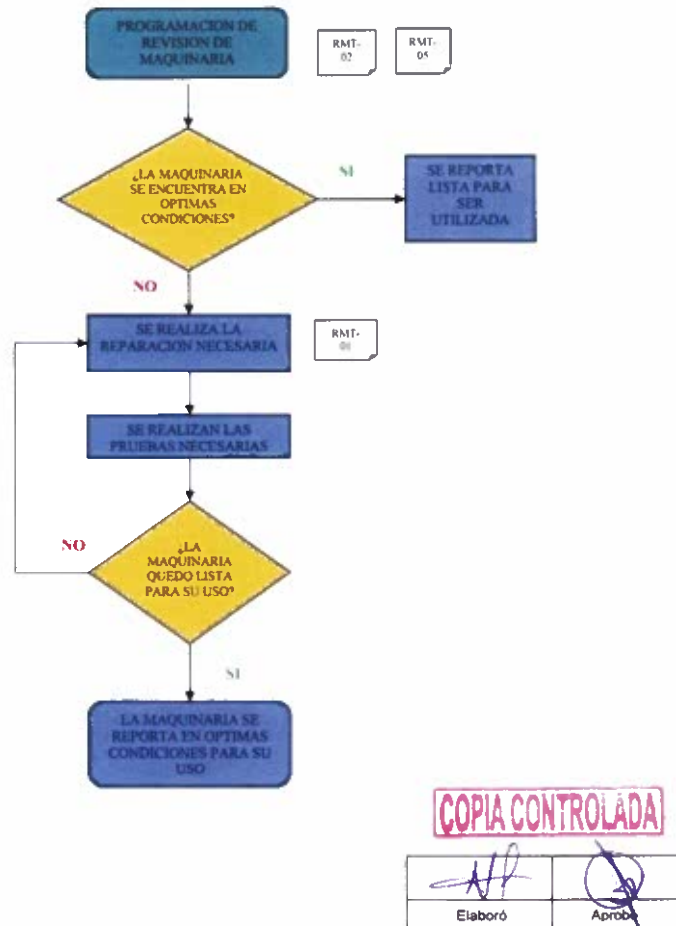


Diagrama de flujo del proceso de Mantenimiento.



El control de calidad es un proceso que agrega valor a la operación y es responsabilidad del jefe de calidad, teniendo como indicadores el porcentaje de rechazo en planta, porcentaje de rechazo por el cliente, porcentaje de re trabajos y porcentaje de reposiciones de producto. La entrada es la aprobación de herramental, moldeo, fundición, vaciado y acabado y la salida es el producto validado con la calidad mínima requerida. La información necesaria para llevar a cabo el proceso es la especificación del material y del acabado y el dimensionamiento dentro de especificaciones. Los recursos necesarios son la supervisión y aprobación de cada uno de los procesos.



### CONTROL DE CALIDAD

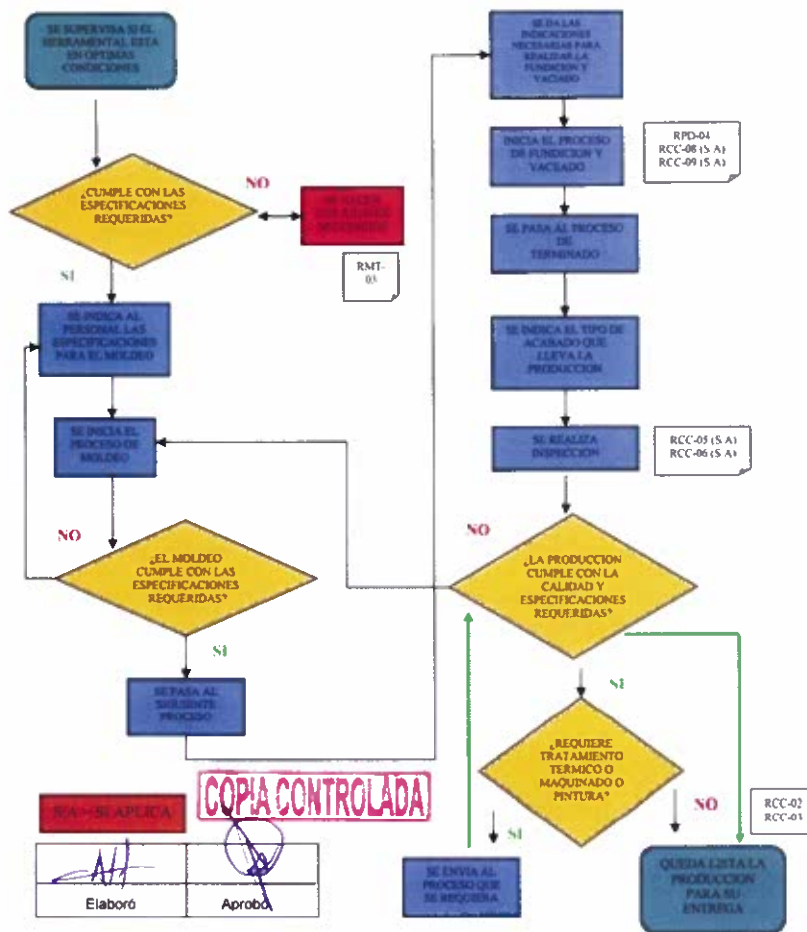


Diagrama de flujo del proceso de Control de Calidad.





El proceso de recursos humanos es responsabilidad del jefe de recursos humanos que tiene como indicadores la cantidad de personal adecuada para el trabajo, la capacitación del personal para aumentar su eficiencia y las evaluaciones al personal. Las entradas del proceso son la solicitud de personal y los cursos de capacitación y las salidas son la contratación de personal idóneo para cada tarea y las evaluaciones de desempeño y conocimientos. La información necesaria del proceso es el tipo de perfil requerido del trabajador, la experiencia laboral, descripción del puesto y cursos de capacitación requeridos. Los recursos que necesita el proceso es la solicitud del prospecto, el currículo, entrevista a los candidatos, los cursos de capacitación y los resultados de las evaluaciones.



### RECURSOS HUMANOS

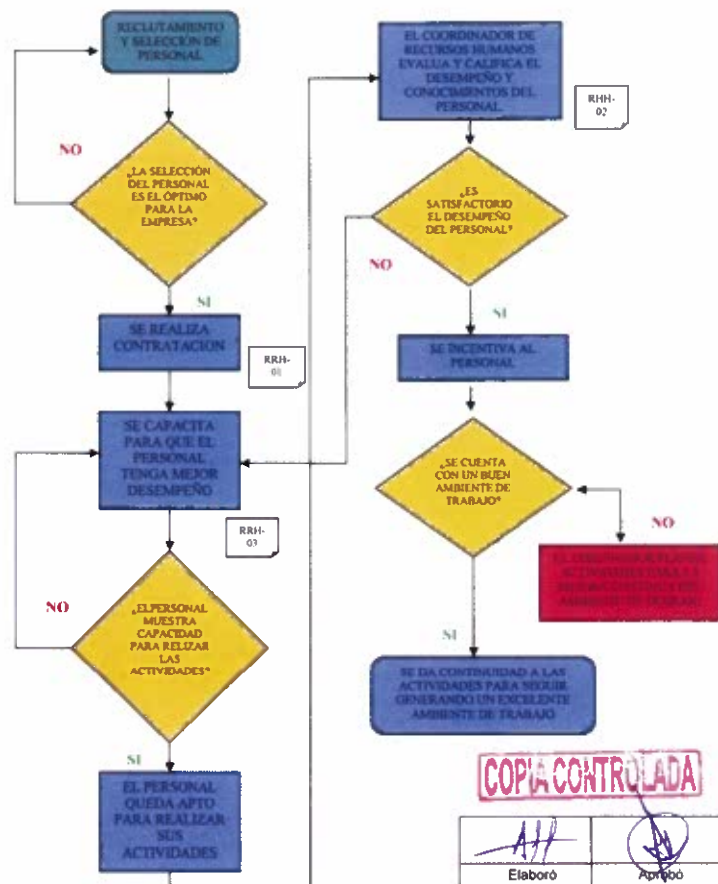


Diagrama de flujo del proceso de Recursos Humanos.



El proceso de almacén es responsabilidad del jefe de almacén quien tiene como indicadores mantener el inventario de materiales. Las entradas de su proceso es el control de inventarios y la salida es el abastecimiento de material a producción. La información necesaria del proceso es la especificación de la materia prima requerida, la cantidad de materia prima y la especificación del número de parte. Los recursos que necesita son los inventarios actualizados y el diagrama de flujo es el siguiente.



### ALMACEN

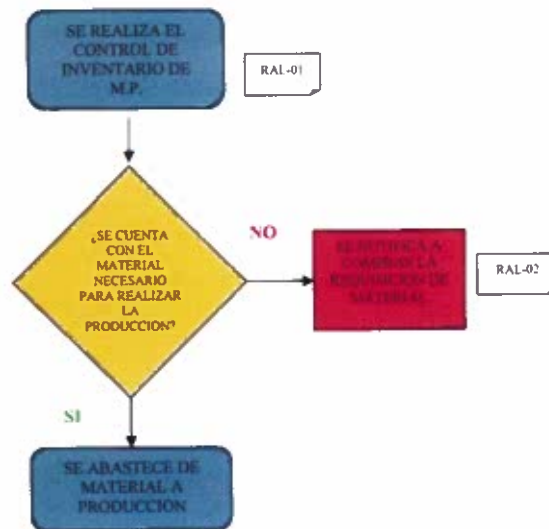


Diagrama de flujo del proceso de Almacén.

El proceso de facturación y cobranza es responsabilidad del departamento de administración y tiene como indicadores del proceso la facturación mínima mensual y la recuperación de cuentas por cobrar establecidas. La entrada del proceso es la información de la producción total a entregar y la salida es la facturación. La información necesaria para el proceso es el precio por pieza y las políticas de crédito de cada cliente. Los recursos necesarios son una computadora con internet y una impresora.



## FACTURACION Y COBRANZA

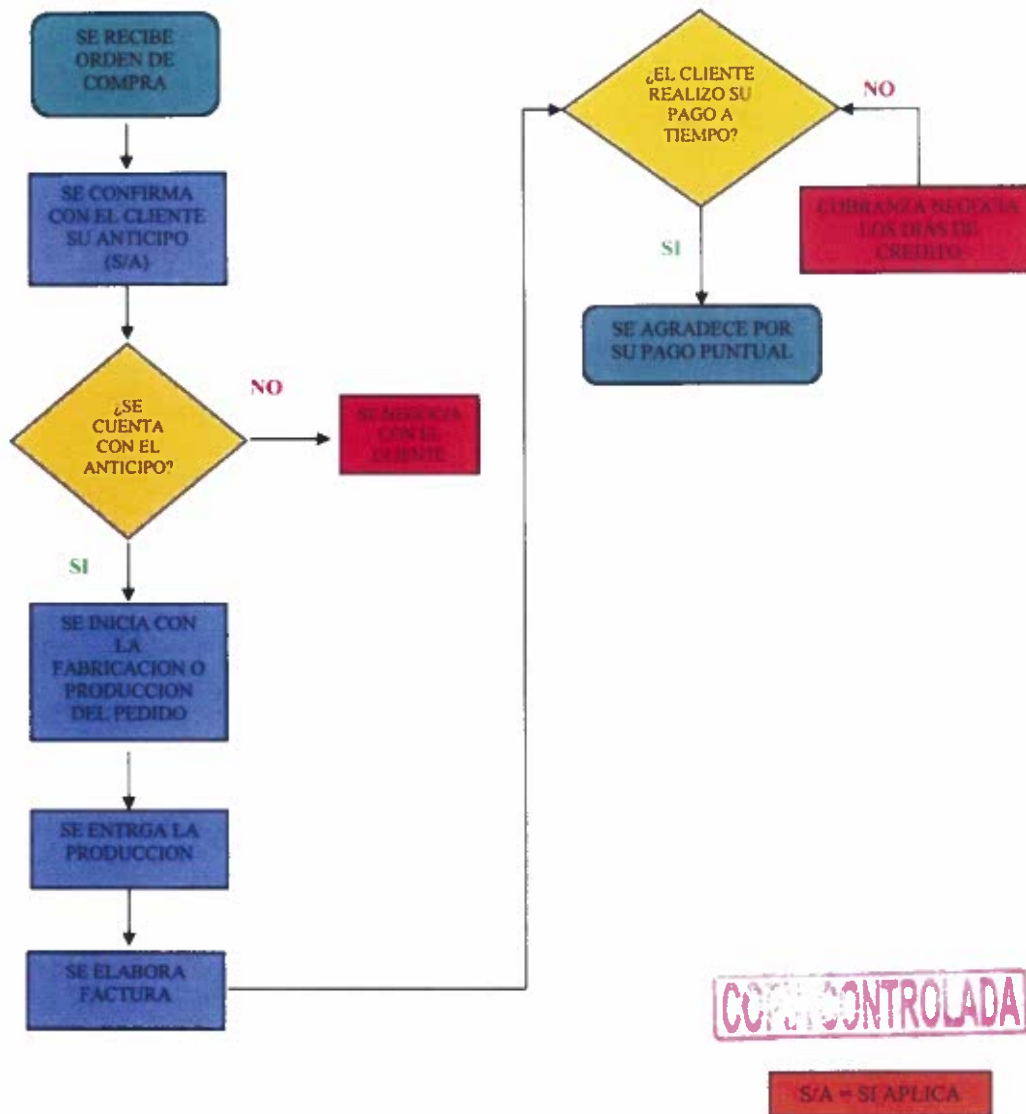
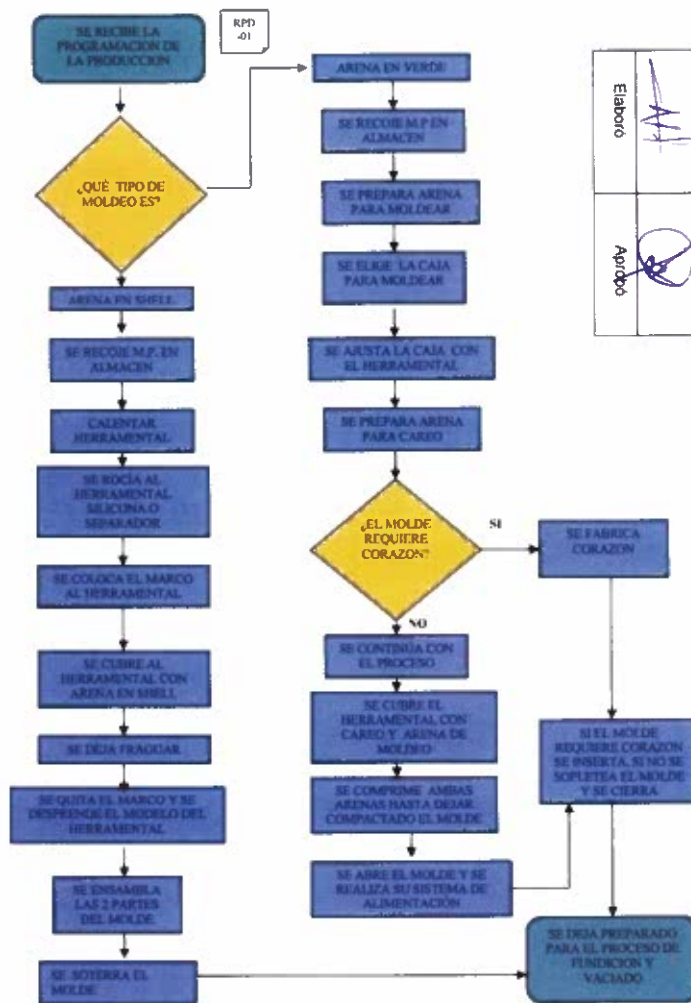


Diagrama de flujo del proceso de Facturación y Cobranza.

Entrando de lleno en los procesos técnicos productivos iniciamos con el de moldeo, responsabilidad del jefe de producción y jefe de control de calidad, teniendo como indicador el cumplimiento de al menos el 85% de efectividad. Las entradas del proceso son la programación de la producción y el herramental o modelo en óptimas condiciones; la salida es la fabricación de moldes correspondientes a la producción. La información que requiere el proceso es la especificación de producción, el diseño de la pieza y el tipo de moldeo que será aplicado. Los recursos necesarios es la maquinaria y herramientas para moldeo y la materia prima.



### MOLDEO



Elaboró	
Aprobó	

COPIA CONTROLADA

Diagrama de flujo del proceso de Moldeo.



El proceso de fundición y vaciado es en donde se integra el nuevo proceso de fundición de hierro nodular. El responsable del proceso es el jefe de producción y el jefe de control de calidad, el indicador del proceso es el porcentaje de eficacia en el vaciado. Las entradas del proceso son la preparación del horno, especificación del material y las instrucciones de vaciado que son la presión y la temperatura. Las salidas del proceso son los moldes vaciados del material requerido. La información que requiere el proceso es el peso neto de la pieza física, la aleación del material y el número total de moldes a vaciar. Los recursos necesarios para el proceso es el material, la báscula, el horno (basculante o cubilote), cucharas y equipo de medición y seguridad.



### FUNDICIÓN Y VACIADO

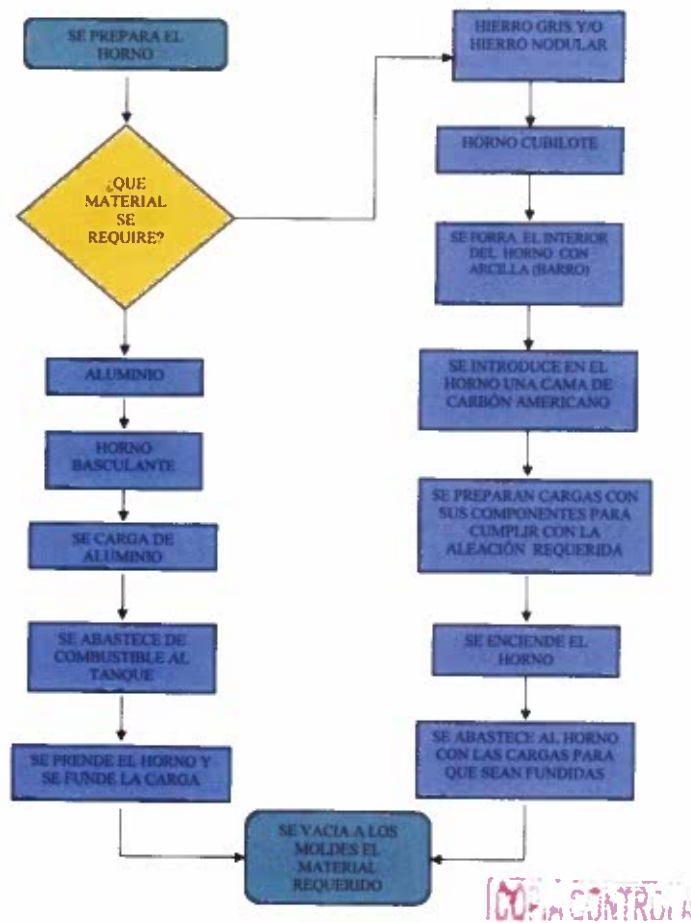


Diagrama de flujo del proceso de Fundición y Vaciado.



El proceso de terminado es responsabilidad del jefe de control de calidad, su indicador es la producción total contra las piezas defectuosas. La entrada es la producción y la salida es el producto terminado con las especificaciones requeridas. La información necesaria del proceso es la especificación en el acabado de la producción y los recursos necesarios son la maquina granalladora, el esmeril, pulidor y "mototool".



### TERMINADO

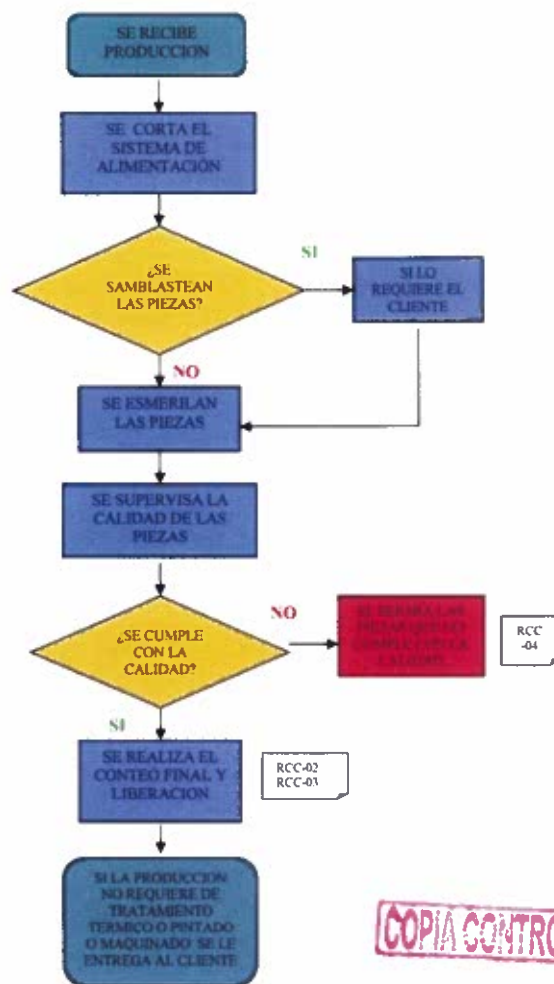


Diagrama de flujo del proceso de Terminado.



A continuación del proceso de medición y evaluación viene el proceso de acciones de mejora responsabilidad del comité de aseguramiento de la calidad y tiene como indicadores la satisfacción al cliente, la disminución de rechazos, aumento de la productividad, entregas a tiempo y calidad y servicio. La entrada del proceso son los resultados obtenidos en la medición y evaluación y las salidas son la continuidad y planteamiento de nuevos retos y mejoras. La información necesaria del proceso es la documentación que especifique las acciones de mejora de los procesos y como recursos están la organización y sincronización de actividades así como las propias de la supervisión.



### ACCIONES DE MEJORA



Diagrama de flujo de Acciones de Mejora.





# Auditoría

La auditoría de los procesos implementados es responsabilidad del equipo de aseguramiento de la calidad quienes son los encargados de establecer los parámetros para las evaluaciones y la periodicidad en que serán estas auditorías. Por parte del equipo de consultores se tomó evidencia fotográfica de los trabajos realizados durante las coladas de hierro gris y hierro nodular para efectos de esta consultoría especializada. A continuación se muestran los principales procesos documentados.

Área destinada para el proceso de fundición de hierro nodular, se muestra al fondo del lado izquierdo el personal encargado de realizar los moldes, del lado derecho los moldes terminados y por debajo algunos moldes ya vaciados con hierro.





Esta es la vista del acercamiento de algunos moldes hechos en arena.



Podemos ver como son cubiertos con tierra los moldes vaciados para cumplir con el proceso.



Máquina prensadora utilizada para formar la "caja" de tierra donde se contiene el molde y donde después se vaciará el hierro gris o nodular.



La tierra puede ser reutilizada después de romper el molde y limpiar las impurezas tanto de hierro como de arena del molde.



Estos son algunos moldes que ha realizado la empresa para diversos clientes. Dependiendo de la especificación del cliente o el volumen de producción, se crean moldes que puedan ser utilizados varias veces o moldes de una sola colada.



Área de moldes en donde son almacenados para después ser vaciados.





Estos son unos moldes con modelos interiores en donde se vaciará el hierro.



Algunos otros moldes de piezas diferentes utilizadas en la industria automotriz, eléctrica y de muebles.



Vista de los moldes que están siendo procesados aun esperando endurecer y moldes ya listos para ser vaciados.



Esta es otra prensa con un herramental para hacer los moldes de vaciado.



Así es como salen las piezas vaciadas una vez que se rompe el molde, de aquí se puede ver que el material está agreste, aún tiene que pasar por el proceso de terminado.



Éste es uno de los hornos de vaciado con que cuenta la empresa.





Empleados de la empresa llenando las cajas de arena sobre los modelos para generar los moldes de vaciado.



Se puede observar como llenan sus moldes de madera con arena para después acomodar la arena y presionarla para llenar correctamente el modelo.



Otra vista del trabajo del relleno del molde.



Después de ser llenados los moldes, pasan al área de quemador en donde se pasan por flama para que cuaje la arena y no se desprenda con facilidad.





Aquí se observa el contraste entre moldes de tierra aun esperando enfriar el hierro vaciado y los que ya fue retirada la pieza.



En esta área se da el terminado a algunos moldes, se tiene el equipo de esmeriles y “mototools” necesarios para la actividad.



Aquí se observa el contraste entre moldes de tierra aun esperando enfriar el hierro vaciado y los que ya fue retirada la pieza.



En esta área se da el terminado a algunos moldes, se tiene el equipo de esmeriles y "mototools" necesarios para la actividad.



Esta es la materia prima para la fundición de hierro. De aquí es alimentada por medio de los baldes al horno.



Otra vista de la materia prima en bruto lista para ser fundida.





En esta etapa los trabajadores están ya destruyendo los moldes para obtener las piezas fundidas.



Aquí se asoman algunos moldes de arena de los que están rompiendo los moldes de tierra para poder obtener la pieza fundida.



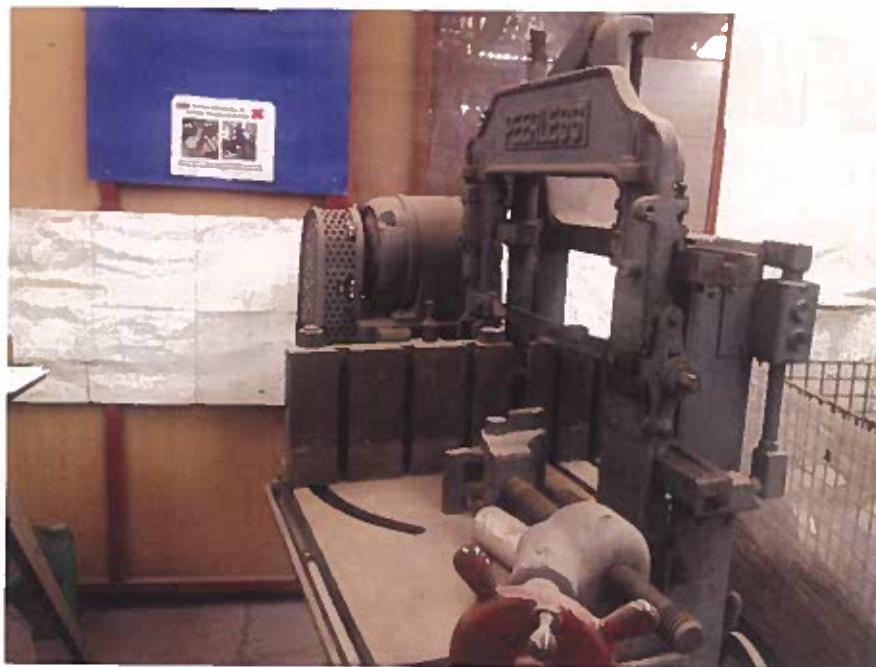
Estas son piezas recién salidas del área de vaciado, esperando ser embarcadas.



Otra maquinaria para terminado de productos, dependiendo de los requerimientos del cliente.



Maquinaria con que cuentan en el área de terminado y taller.

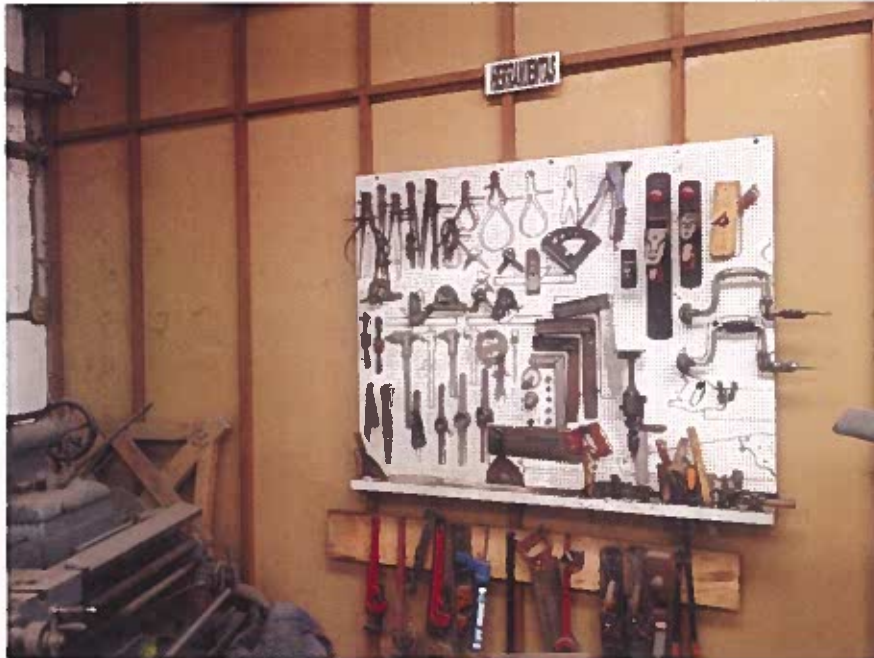


Como lo menciona su manual de calidad, tienen el área de cuarentena debidamente acondicionada.





Aquí se muestran algunas de las herramientas manuales de su taller de acabados y mantenimiento.



Este es el ejemplo de algunas piezas fundidas para la industria automotriz, son tapas de transmisión para la empresa Tremec. (se pide confidencialidad para el uso de esta información así como de las fotografías)



Vista por ambos lados de la pieza, ya con los acabados internos de la empresa como el pulido y esmerilado.



Algunas muestras de piezas que se fundieron con hierro gris y hierro nodular en los ejercicios, se pueden observar desde engranes, masas y partes generales de transmisión así como partes para la industria eléctrica.





# Acciones correctivas

En el caso de tener no conformidades en los procesos y servicios de la empresa, se deben de tomar acciones correctivas. Las fuentes utilizadas para la identificación de las no conformidades y aplicación de acciones correctivas y preventivas son:

- Auditorías de calidad internas y externas.
- Análisis de datos del Sistema de Gestión de la Calidad.
- Productos no conformes que se presenten según el Registro de Producto No Conforme.
- Resultados del análisis de los indicadores.
- Medición y Control de los Procesos.
- Resultados obtenidos en la satisfacción al cliente.

El procedimiento de las acciones correctivas y preventivas es el siguiente.

- a. Se debe registrar en el formato de 8Ds las no conformidades por la persona que las identifique, en el reporte de no conformidad de auditoría y/o en el de acciones preventivas de auditoría para dar seguimiento a tales acciones.
- b. Se deberá identificar y evaluar las causas para las No Conformidades o Acciones Preventivas encontradas utilizando el formato de 8Ds y dando seguimiento a los registros de Reporte de No Conformidad de Auditoría y/o Acciones Preventivas de Auditoría cubriendo los siguientes puntos:
  - i. Determinar las posibles causas.
  - ii. Establecer cuál es la causa raíz.
  - iii. Plantear las acciones a implementar.
  - iv. Asignar la ejecución de las acciones correctivas y preventivas para la eliminación de las no conformidades.
  - v. Tramitar los recursos necesarios.
  - vi. Acordar la fecha de entrega de los resultados.
- c. Vencido el tiempo de la ejecución del plan, se verifica el cierre de la no conformidad y de la eficacia.
- d. Si aún no se ha cerrado la no conformidad, se procederá de la siguiente manera:
  - i. Se solicita al líder un informe donde explique las causas del incumplimiento en el cierre de la no conformidad.



- ii. Se reúne el líder implicado con el comité de aseguramiento de la calidad para analizar y presenta alternativas e solución para que se implemente el plan.
- e. Si se cerró la no conformidad y no fue eficaz, se reúne con el líder implicado con el comité de aseguramiento de la calidad para analizar y presentar otras alternativas de solución.
- f. Si se cerró la no conformidad y se verificó su eficacia se procede de la siguiente manera
  - i. Se entrega al comité de aseguramiento de la calidad el formato de 8Ds con el seguimiento de acciones correctivas y preventivas.
  - ii. Actualiza los procedimientos que hayan sufrido modificaciones por causa de las soluciones implantadas de acuerdo con el procedimiento de control de documentos.
  - iii. Se divulga a los interesados los resultados de la acción correctiva o preventiva implementada.
- g. El comité de aseguramiento de la calidad recibe el formato de 8Ds cerrado y procede de la siguiente manera
  - i. Salvaguarda el reporte enviado por el líder
  - ii. Asienta las acciones correctivas y preventivas para posteriores análisis estadísticos.





# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Martín Barrón Zúñiga***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Profesionistas en Fundición Nodular  
y Elementos de Calidad para la Industria Automotriz"**

en un total de 240 horas,

en San Juan del Río, Querétaro, a 12 de Agosto del 2016

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "J. Francisco Castillo Ramírez", is written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez

**Coordinador de Capacitación**



## **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Samuel López de la Isla***

*por haber acreditado la:*

***"Capacitación a Profesionistas en Fundición Nodular  
y Elementos de Calidad para la Industria Automotriz"***

*en un total de 240 horas,*

*en San Juan del Río, Querétaro, a 12 de Agosto del 2016*

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Francisco', written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez

**Coordinador de Capacitación**



# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Jaime Robinson Ortíz***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Profesionistas en Fundición Nodular  
y Elementos de Calidad para la Industria Automotriz"**

en un total de 240 horas,

en San Juan del Río, Querétaro, a 12 de Agosto del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco", written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**





# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Erich Matamoros Meneses***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Profesionistas en Fundición Nodular  
y Elementos de Calidad para la Industria Automotriz"**

en un total de 240 horas,

en San Juan del Río, Querétaro, a 12 de Agosto del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco", is written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez

**Coordinador de Capacitación**



# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Moserrath Hernández Pimienta***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Profesionistas en Fundición Nodular  
y Elementos de Calidad para la Industria Automotriz"**

en un total de 240 horas,

en San Juan del Río, Querétaro, a 12 de Agosto del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Francisco", is written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez

**Coordinador de Capacitación**



## **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***María Guadalupe Gutiérrez***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Profesionistas en Fundición Nodular  
y Elementos de Calidad para la Industria Automotriz"**

en un total de 240 horas,

en San Juan del Río, Querétaro, a 12 de Agosto del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Francisco", is written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez

**Coordinador de Capacitación**





## **AVMA Soluciones SA de CV**

Otorga la presente constancia a:

***María Eugenia González Jiménez***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Profesionistas en Fundición Nodular  
y Elementos de Calidad para la Industria Automotriz"**

en un total de 240 horas,

en San Juan del Río, Querétaro, a 12 de Agosto del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Francisco', written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez

**Coordinador de Capacitación**



# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

## **Concepción Pimienta Guerrero**

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Profesionistas en Fundición Nodular  
y Elementos de Calidad para la Industria Automotriz"**

en un total de 240 horas,

en San Juan del Río, Querétaro, a 12 de Agosto del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Castillo", written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**



# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Pedro Jurado de la Cruz***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a capacitadores de técnicos y profesionistas"**  
en un total de 400 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 19 de Agosto del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Francisco", written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**



# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Omar Alejandro Hernández Pimienta***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a capacitadores de técnicos y profesionistas"**  
en un total de 400 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 19 de Agosto del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco Castillo Ramírez", written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**





# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Marisol González Castruita***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a capacitadores de técnicos y profesionistas"**  
en un total de 400 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 19 de Agosto del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Francisco", written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**



## **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

**María de los Ángeles Calderón Castillo**

por haber acreditado la:

**"Capacitación a capacitadores de técnicos y profesionistas"**  
en un total de 400 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 19 de Agosto del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Francisco", written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**



## **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***María de Jesús Gutiérrez Franco***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a capacitadores de técnicos y profesionistas"**  
en un total de 400 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 19 de Agosto del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to be "J. Francisco", is written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**



## **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

**Erika Alejandra Valles Castellanos**

por haber acreditado la:

**"Capacitación a capacitadores de técnicos y profesionistas"**  
en un total de 400 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 19 de Agosto del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Francisco", is written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**





# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Daniela Pérez Raudry***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a capacitadores de técnicos y profesionistas"**  
en un total de 400 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 19 de Agosto del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco Castillo Ramírez".

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**



# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Betzabe Estrada Jiménez***

*por haber acreditado la:*

***"Capacitación a capacitadores de técnicos y profesionistas"***  
*en un total de 400 horas,*  
*en San Juan del Río, Querétaro, a 19 de Agosto del 2016*

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco", is written over a horizontal line.

**J. Francisco Castillo Ramírez**  
**Coordinador de Capacitación**



# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

**Arturo Hernández Gutiérrez**

por haber acreditado la:

**"Capacitación a capacitadores de técnicos y profesionistas"**  
en un total de 400 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 19 de Agosto del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Francisco Castillo Ramírez', written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**



# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

**Aldo Gutiérrez Lerma**

por haber acreditado la:

**"Capacitación a capacitadores de técnicos y profesionistas"**  
en un total de 400 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 19 de Agosto del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco Castillo Ramírez", written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**





# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Fernando Aguilar Hernandez***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Técnicos en Fundición Nodular  
en Alta Tecnología"** en un total de 240 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 22 de Julio del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Francisco", is written over a horizontal line.

**J. Francisco Castillo Ramírez  
Coordinador de Capacitación**





# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Hugo Enríquez Marín***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Técnicos en Fundición Nodular  
en Alta Tecnología"** en un total de 240 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 22 de Julio del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Francisco", is written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**



# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Daniel Arturo Hernández Pimienta***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Técnicos en Fundición Nodular  
en Alta Tecnología"** en un total de 240 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 22 de Julio del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco", written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**



# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

**Sofía Bañuelos Bañuelos**

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Técnicos en Fundición Nodular  
en Alta Tecnología"** en un total de 240 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 22 de Julio del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco Castillo Ramírez". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**



# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Ricardo López Guzmán***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Técnicos en Fundición Nodular  
en Alta Tecnología"** en un total de 240 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 22 de Julio del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco", is written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**





# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Pedro Carrillo Cruz***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Técnicos en Fundición Nodular  
en Alta Tecnología"** en un total de 240 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 22 de Julio del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco", written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**





# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***María Concepción Ugalde Ruiz***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Técnicos en Fundición Nodular  
en Alta Tecnología"** en un total de 240 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 22 de Julio del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Francisco", written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**



## **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

**Marco Antonio Hernández Hernández**

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Técnicos en Fundición Nodular  
en Alta Tecnología"** en un total de 240 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 22 de Julio del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco Castillo Ramírez", is written over a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**



# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Jerónimo Olvera Olvera***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Técnicos en Fundición Nodular  
en Alta Tecnología" en un total de 240 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 22 de Julio del 2016**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco", written over a horizontal line.

**J. Francisco Castillo Ramírez  
Coordinador de Capacitación**



# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Ivonne Marin Martínez***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Técnicos en Fundición Nodular  
en Alta Tecnología"** en un total de 240 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 22 de Julio del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco Castillo Ramírez". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**





# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Iván Bañuelos Bañuelos***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Técnicos en Fundición Nodular  
en Alta Tecnología"** en un total de 240 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 22 de Julio del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco Castillo Ramírez".

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**





# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Francisco Madel Ávila***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Técnicos en Fundición Nodular  
en Alta Tecnología"** en un total de 240 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 22 de Julio del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco Castillo Ramírez". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**



# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

**Cirenia Orozco**

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Técnicos en Fundición Nodular  
en Alta Tecnología" en un total de 240 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 22 de Julio del 2016**

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**



# **AVMA Soluciones SA de CV**

*Otorga la presente constancia a:*

***Carmen Lezama Trujillo***

por haber acreditado la:

**"Capacitación a Técnicos en Fundición Nodular  
en Alta Tecnología"** en un total de 240 horas,  
en San Juan del Río, Querétaro, a 22 de Julio del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Francisco Castillo Ramírez". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

J. Francisco Castillo Ramírez  
**Coordinador de Capacitación**