



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**DIAGNÓSTICO INDUSTRIAL Y REDISEÑO DE MODELO DE  
NEGOCIO DE UNA MICROEMPRESA METALÚRGICA. CASO DE  
ESTUDIO: FUNDICIÓN EL AHORRO**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERO QUÍMICO METALÚRGICO**

**PRESENTA**

**EDGAR LEYVA DÍAZ**



**MÉXICO, D.F.**

**2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:**                   **Profesor:** Arturo Alejandro Sánchez Santiago

**VOCAL:**                           **Profesor:** Gerardo Reyes Aldasoro

**SECRETARIO:**               **Profesor:** José Sabino Sámano Castillo

**1er. SUPLENTE:**               **Profesor:** Joaquín González Robledo

**2° SUPLENTE:**               **Profesor:** Eusebio Cándido Atlatenco Tlapanco

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

Fundición El Ahorro.

Facultad de Química, UNAM.

**ASESOR DEL TEMA:** \_\_\_\_\_

Dr. José Sabino Sámano Castillo

**SUPERVISOR TÉCNICO:** \_\_\_\_\_

M.en M. Eusebio Cándido Atlatenco Tlapanco

**SUSTENTANTE:** \_\_\_\_\_

Edgar Leyva Díaz

## **Agradecimientos**

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y a mi Alma Máter, la Facultad de Química. Por proporcionarme herramientas académicas, culturales y recreativas para llegar a mis metas. Ser estudiante de la Máxima Casa de Estudios me permitió conocer un ambiente plural, libre y lleno de posibilidades para explotar mi creatividad.

Al Sr. Jesús Contreras Aguilar. Por abrirme las puertas de su empresa Fundación “El Ahorro”, además por su compromiso y colaboración en la realización del proyecto de tesis. Agradezco también, a su gran equipo de trabajo que siempre me recibió con una sonrisa y en la mejor disposición.

A los profesores José Sámano y Eusebio Atlatenco. Por formar un excelente equipo de trabajo para realizar un estudio integral de la empresa. Agradezco su tiempo y profesionalismo con cada duda y aclaración del proyecto.

A la profesora Ibet Navarro Reyes. Por permitir que mis ideas llegaran a su aula y por ser esa gran consejera para que tome mejores decisiones. Admiro su generosidad y calidad humana. Gracias por estos dos años de trabajo arduo y apoyo incondicional.

Al profesor Guillermo Salas. Un gran ejemplo a seguir y “maestro” en toda la extensión de la palabra. Destaco su gran compromiso con la enseñanza y gran labor para motivar a los alumnos a ser mejores cada día.

A Norma, y a los miembros de la Coordinación de Gestión de Calidad Productiva de la UNAM. Gracias por hacerme sentir como en casa.

Al profesor Arturo Sánchez, siempre atento a facilitar los recursos para la realización de la tesis. Agradezco su cordialidad y amabilidad.

A los profesores y expertos que formaron un equipo multidisciplinario para realizar un gran proyecto. Gracias M. Agustín Ruiz, M. Gerardo Reyes, Ing. Patricia Bueno, Lic, Felipe Cruz, Lic. Álvaro Rattinger y Lic. América Belmonte.

## CONTENIDO

## RESUMEN

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemática .....	1
1.2 Objetivos.....	1
1.3 Justificación .....	2
1.4 Alcance .....	2
1.5 Preguntas de investigación.....	2
1.6 Hipótesis .....	2
1.7 Desarrollo .....	3
<b>2. FUNDICIÓN DE METALES .....</b>	<b>4</b>
2.1 Conceptos generales .....	4
2.2 Tipos de Moldeo .....	5
2.2.1 Moldes unitarios .....	5
2.2.2 Moldes permanentes .....	5
2.2.3 Moldes compuestos.....	5
2.3 Fundición en Arena.....	6
2.3.1 Selección de arenas .....	6
2.3.2. Modelos .....	8
2.3.3 Corazones .....	9
2.3.4 Máquinas para moldeo de arena .....	9
2.3.5 Operación de fundición en arena. ....	10
2.3.6 Tipos de moldes de arena.....	10
2.4 Hornos para fundición.....	11
2.4.1 Horno de arco eléctrico .....	11
2.4.2 Hornos de inducción.....	12
2.4.3 Horno de Cubilote.....	12
2.4.4 Horno de reverbero .....	13
2.4.5 Horno de crisol .....	14
2.5 Diseño en piezas de fundición.....	14
2.6 Defectos en fundición .....	16
2.6.1 Porosidad .....	17
2.7 Hierros colados.....	17
2.7.1 Hierro gris.....	18
2.7.2 Hierro dúctil (nodular).....	19

2.7.3 Hierro blanco.....	19
2.7.4 Hierro maleable.....	20
2.7.5 Hierro de grafito compactado.....	21
2.8 Evolución de las empresas de fundición.....	22
<b>3. ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES Y DIAGNÓSTICO INDUSTRIAL.....</b>	<b>24</b>
3.1 Administración de operaciones.....	24
3.2 Empresas. Definición y clasificación.....	26
3.2.1 Definición de empresa.....	26
3.2.2 Clasificación de empresas.....	26
3.2.3 Características de las microempresas mexicanas.....	28
3.2.4 Tipos de microempresas.....	29
3.2.5 Ventajas y desventajas de las microempresas.....	29
3.3 Factores de operación de una empresa.....	30
3.4 Productividad.....	32
3.4.1 Factores que afectan la productividad.....	33
3.4.2 Criterios para analizar la productividad.....	34
3.5 Diagnóstico industrial (Análisis factorial).....	35
3.5.1 Conceptos clave.....	35
3.5.2 Metodología.....	36
3.5.3 Mejora en áreas de oportunidad.....	40
3.5.4 Ventajas y desventajas del análisis factorial.....	41
<b>4. METODOLOGÍA CANVAS PARA EL DISEÑO DE MODELOS DE NEGOCIO.....</b>	<b>42</b>
4.1 Concepto de “modelo de negocio”.....	42
4.1.1 Definición de Johnson y Kagermann.....	42
4.1.2 Definición de Osterwalder.....	43
4.2 Lienzo de Modelo de Negocio ( <i>Canvas</i> ).....	44
4.3 Herramientas para el diseño de modelos de negocio.....	52
<b>5. CASO DE ESTUDIO: FUNDICIÓN EL AHORRO.....</b>	<b>54</b>
5.1 Descripción de la empresa.....	54
5.1.1 Ubicación, giro y tamaño.....	54
5.1.2 Principales productos y clientes.....	54
5.2 Principales procesos desarrollados en Fundición “El Ahorro”.....	55
5.2.1. Especificaciones del producto.....	56
5.2.2 Abastecimiento y almacenamiento de materias primas.....	57
5.2.3. Moldeo.....	58
5.2.4. Técnica de fusión.....	58
5.2.5 Controles de proceso.....	60

5.2.6 Defectos en las piezas fundidas .....	61
5.3 Modelo de Negocio de Fundición “El Ahorro” .....	62
5.3.1 Segmentos de mercado .....	62
5.3.2 Propuestas de valor.....	63
5.3.3 Relaciones con los clientes .....	63
5.3.4 Canales .....	63
5.3.5 Actividades clave.....	64
5.3.6 Asociaciones clave: .....	64
5.3.7 Recursos clave:.....	65
5.3.8 Costos clave:.....	65
5.3.9 Fuentes de ingresos:.....	65
5.4 Diagnóstico Industrial (Análisis Factorial) .....	66
5.5 Plan de Mejora.....	77
5.7 Evaluación de Administración Ambiental.....	84
5.8 Evaluación de Salud y Seguridad Ocupacional.....	87
5.9 Rediseño de modelo de negocio de “Fundición El Ahorro”.....	89
5.9.1 Aportaciones de los clientes.....	89
5.9.2 Elaboración de prototipos.....	91
5.9.3 Ideación.....	98
5.9.4 Pensamiento Visual.....	100
5.9.5 Narración de historias.....	102
<b>6. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>110</b>
6.1 Análisis de resultados.....	110
6.2 Conclusiones y Recomendaciones.....	112
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>114</b>
<b>ANEXO 1. Evaluación de las diferentes áreas de la empresa .....</b>	<b>117</b>

## LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Productos obtenidos por fundición.....	4
Figura 2. Proceso de fundición en arena .....	6
Figura 3. Ejemplo de un modelo para fundición.....	8
Figura 4. Moldeo de un componente de una cortadora para elaboración de pan.....	9
Figura 5. Representación 3D de un Horno de Arco Eléctrico.....	11
Figura 6. Horno de Inducción.....	12
Figura 7. Esquema de un horno de cubilote .....	13
Figura 8. Esquema de un horno de crisol .....	14
Figura 9. Microestructura de hierro gris .....	18
Figura 10. Grafito esferoidal en un hierro nodular.....	19
Figura 11. Microestructura de hierro blanco al cromo.....	20
Figura 12. Microestructura típica de un hierro maleable.....	21
Figura 13. Simulación de una pieza de fundición por ProCAST .....	22
Figura 14. Ciclo PDCA de Deming.....	25
Figura 15. Términos en los que se mide la productividad .....	35
Figura 16. Modelo de negocio según Johnson y Kagermann .....	42
Figura 17. Lienzo de Modelo de Negocio ("Canvas") .....	44
Figura 18. Etapas del canal de una empresa.....	48
Figura 19. Recursos claves de una empresa.....	50
Figura 20. Clasificación de costos clave de una empresa .....	52
Figura 21. Procesos de producción que se desarrollan en Fundición "El Ahorro" .....	55
Figura 22. Proceso de ventas efectuado en Fundición "El Ahorro" .....	56
Figura 23. Moldeo en verde en Fundición "El Ahorro" .....	58
Figura 24. Secuencia de carga desarrollada en Fundición "El Ahorro".....	59
Figura 25. Vaciado en moldes .....	60
Figura 26. Desmoldeo de un engrane de hierro gris.....	61
Figura 27. Piezas defectuosas en Fundición "El Ahorro" .....	62
Figura 28. Lienzo de modelo de negocio de Fundición "El Ahorro" .....	66
Figura 29. Áreas de estudio para el análisis factorial de Fundición "El Ahorro" .....	67
Figura 33. Gráfica de eficiencias de cada área, Fundición "El Ahorro" .....	72
Figura 31. Tabla de causas (factores limitantes), Fundición "El Ahorro".....	72
Figura 32. Maquinaria que se utiliza para elaborar pan .....	91
Figura 33. Factor que más influye en la decisión de compra de de los clientes encuestados.....	95

Figura 34. Factor de valor agregado que más influye en la decisión de compra de los clientes encuestados .....	95
Figura 35. Percepción de la competencia existente en el mercado .....	96
Figura 36. Intención de compra de los encuestados.....	96
Figura 37. Probabilidad de que los clientes encuestados cambien de proveedor .....	97
Figura 38. Grado en que el nuevo producto resuelve un problema .....	97
Figura 39. Portada de Sitio Web .....	100
Figura 40. Sección de sitio web "Hornos a sus necesidades".....	101
Figura 41. Propuesta de satisfacción garantizada .....	101
Figura 42. Narración de historias con cambio de imagen "Fundición El Ahorro" .....	102
Figura 43. Nuevo lienzo de modelo de negocio "Fundición El Ahorro" .....	106

## LISTA DE TABLAS

Página

Tabla 1. Lineamientos para mejorar el diseño en fundición.....	15
Tabla 2. Clasificación de las MiPymes de México .....	28
Tabla 3. Formas de incrementar la productividad en las empresas.....	33
Tabla 4. Factores de operación de una empresa.....	36
Tabla 5. Escala empleada en el análisis factorial .....	36
Tabla 6. Actividades a evaluar del factor "Dirección" .....	37
Tabla 7. Identificación de factores limitantes .....	37
Tabla 8. Valores utilizados para calcular la eficiencia del área Dirección .....	38
Tabla 9. Datos para obtener porcentaje de limitación .....	38
Tabla 10. Limitación que ejercen los otros factores sobre "Dirección".....	39
Tabla 11. Tabla de eficiencias y Causas de limitación.....	39
Tabla 12. Ventajas y desventajas del análisis factorial .....	41
Tabla 13. Principales clientes de Fundición "El Ahorro".....	54
Tabla 14.Principales insumos y proveedores de Fundición "El Ahorro".....	57
Tabla 15.Criterios utilizados para cargar el horno en Fundición El Ahorro. ....	59
Tabla 16.Controles del proceso en Fundición "El Ahorro".....	60
Tabla 17.Relaciones con los clientes de Fundición "El Ahorro" .....	63
Tabla 18. Fases del canal de Fundición "El Ahorro" .....	64
Tabla 19.Precios de venta de Fundición "El Ahorro" .....	65
Tabla 20. Escala utilizada para el diagnóstico industrial.....	67
Tabla 21. Valores utilizados para calcular la eficiencia del área Recursos Humanos.....	68
Tabla 22. Cálculo del porcentaje de limitación del área Recursos Humanos .....	69
Tabla 23. Porcentaje de limitación de cada factor limitante sobre el área Recursos Humanos.....	70
Tabla 24. Evaluación del área "Recursos humanos", Fundición "El Ahorro".....	71
Tabla 25. Actividades evaluadas en Fundición "El Ahorro". Área: Dirección. ....	73
Tabla 26. Actividades evaluadas en Fundición "El Ahorro". Área: Contabilidad y finanzas .....	73
Tabla 27. Actividades evaluadas en Fundición "El Ahorro". Área: Recursos Humanos.....	74
Tabla 28. Actividades evaluadas en Fundición "El Ahorro". Área: Mercadotecnia.....	74
Tabla 29. Actividades evaluadas en Fundición "El Ahorro". Área: Medios de producción .....	75
Tabla 30. Actividades evaluadas en Fundición "El Ahorro". Área: Recursos Humanos.....	75
Tabla 31. Actividades evaluadas en Fundición "El Ahorro". Área: Actividad productora .....	76
Tabla 32. Actividades evaluadas en Fundición "El Ahorro". Área: Entorno .....	76
Tabla 33. Propuestas de mejora para el área Dirección, Fundición "El Ahorro" .....	78

Tabla 34. Propuestas de mejora para el área Contabilidad y Finanzas, Fundición “El Ahorro” .....	79
Tabla 35. Propuestas de mejora para el área Mercadotecnia, Fundición “El Ahorro” .....	80
Tabla 36. Propuestas de mejora para el área Medios de producción, Fundición “El Ahorro” .....	81
Tabla 37. Propuestas de mejora para el área Suministros, Fundición “El Ahorro” .....	82
Tabla 38. Propuestas de mejora para el área Actividad productora, Fundición “El Ahorro” .....	83
Tabla 39. Propuestas de mejora para el área Entorno, Fundición “El Ahorro” .....	84
Tabla 40. Contaminantes generados en los diferentes procesos de fundición .....	85
Tabla 41. Propuestas de mejora para el área medioambiental. Fundición El Ahorro .....	86
Tabla 42. Actividades evaluadas en Fundición "El Ahorro". Área: Salud y seguridad ocupacional .....	87
Tabla 43. Propuestas de mejora para el área salud y seguridad ocupacional. Fundición El Ahorro .....	88
Tabla 44. Modelo de Negocio centrado en el cliente .....	90
Tabla 45. Diagrama de Gantt para ejecución de plan de mejora .....	107

## RESUMEN

El proyecto se desarrolló en la microempresa “El Ahorro” dedicada a la fundición de hierro gris. En esta fundidora se realizan los procesos de manera artesanal. Desde sus inicios la microempresa se ha visto afectada por la falta de controles en sus procesos operativos, la entrada de nuevos competidores y una administración deficiente. Estos factores han llevado a la disminución de las ventas y utilidades de la microempresa; por lo que es urgente identificar cual o cuales de los procesos tanto administrativos como de producción presentan áreas de oportunidad que permitan a la empresa funcionar correctamente y tener mejores utilidades.

Para lograr lo anterior se planteó diagnosticar y rediseñar el modelo de negocio de la empresa. Para el diagnóstico se utilizó la técnica “Análisis Factorial”. De acuerdo con el estudio realizado los factores que presentan menor eficiencia en la empresa son: dirección, contabilidad y finanzas y recursos humanos.

En el rediseño de modelo de negocio se utilizó la metodología *Canvas* propuesta por Osterwalder. Se emplearon las técnicas de: aportaciones de los clientes, ideación, prototipado, pensamiento visual y narración de historias para identificar nuevas propuestas de valor, segmentos de mercado y estrategias de comercialización para la empresa en estudio.

Se generaron los siguientes resultados:

- El diagnóstico de la microempresa detallando las áreas de oportunidad, la eficiencia de cada área y los factores limitantes para el desempeño óptimo de la fundidora.
- El nuevo modelo de negocio de la fundidora, el cual está validado por diferentes grupos de interés de la microempresa.

Palabras clave: fundición, diagnóstico industrial, modelo de negocio, *Canvas*.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) tienen un papel central en las principales áreas de la economía: se dedican a la actividad industrial, comercial y de servicios. Cada rama tiene características y necesidades específicas que las identifican como parte fundamental del aparato productivo del país. Estas empresas se enfrentan día a día con una problemática común. Entre los aspectos más significativos se pueden mencionar: inseguridad, complejidad fiscal, corrupción, limitado acceso al crédito, bajo nivel de habilidades gerenciales y baja capacidad para desarrollar competencias innovadoras. En una economía donde será más difícil cerrar ventas, consumidores y socios exigirán alta calidad en los productos, innovación y el máximo desempeño de los procesos.

Las microempresas mexicanas tienen abundantes oportunidades de crecimiento, sin embargo, deben ser capaces de adaptar sus modelos de negocio a las nuevas tendencias tecnológicas, económicas y sociales. El proyecto se centra en una empresa dedicada a la fundición.

### 1.1 Problemática

El proyecto se desarrolló en la microempresa “El Ahorro” dedicada a la fundición de hierro gris. En esta fundidora se realizan los procesos de manera artesanal. Desde sus inicios la microempresa se ha visto afectada por la falta de controles en sus procesos operativos, la entrada de nuevos competidores y una administración raquítica. Estos factores han llevado a la disminución de las ventas y utilidades de la microempresa; por lo que es urgente identificar cuál o cuáles de los procesos tanto administrativos como de producción presentan áreas de oportunidad que permitan a la empresa mejorar su modelo de negocio actual.

### 1.2 Objetivos

- Describir el modelo de negocio actual que ejecuta la microempresa.
- Detectar las áreas de mejora y problemáticas de una microempresa de fundición a través de un diagnóstico industrial.
- Introducir variaciones al modelo de negocio actual de la microempresa mediante la metodología *Canvas*, con el propósito de impulsar su crecimiento.
- Validar las variaciones propuestas, a través de clientes reales y potenciales de la microempresa.

### **1.3 Justificación**

En México, existen negocios que carecen de herramientas y conocimientos para utilizar de manera óptima los recursos con los que cuentan. El proyecto nace con la intención de aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Química Metalúrgica en la mejora de empresas existentes.

Fundición “El Ahorro”, como muchas microempresas mexicanas, presenta áreas de oportunidad que deben ser detectadas para impulsar su mejora y crecimiento. De lograrse lo anterior, la empresa puede mejorar su entorno de trabajo, aumentar sus utilidades y participar en la innovación de sus productos y procesos.

### **1.4 Alcance**

El proyecto generará un diagnóstico de la microempresa de estudio, detallando las áreas de oportunidad y la elaboración de un plan de mejora. Paralelamente, se rediseñó el modelo de negocio de la fundidora con la metodología Canvas propuesta por Osterwalder (2011). El trabajo fue entregado a la dirección de la microempresa para su consulta y evaluación.

### **1.5 Preguntas de investigación**

- ¿Cuál es la situación actual en la que se encuentra la microempresa “Fundición El Ahorro”?
- ¿Cuáles son las causas de la baja productividad de la microempresa de estudio y qué se puede hacer para corregirlas?
- ¿Qué variaciones se pueden hacer al modelo de negocio de la empresa para que aumente sus beneficios?

### **1.6 Hipótesis**

Al conocer la situación actual de la empresa, se generará un mejor modelo de negocio para la empresa. El cual generará ventajas competitivas para la organización, con esto, la empresa tendrá mejores utilidades y desempeño.

## 1.7 Desarrollo

El trabajo inicia con la conceptualización del problema a resolver, la delimitación de los objetivos de la tesis y la selección de la empresa de estudio. Posteriormente, se realizó la revisión bibliográfica de los temas que están involucrados en la realización de esta tesis.

En el capítulo dos "Fundición de metales" se da una revisión de los principales aspectos involucrados en este proceso de manufactura: tipos de moldeo, hornos empleados, aleaciones de hierro colado que se producen, cuestiones de diseño de piezas y presencia de defectos. Adicionalmente, se presentan las nuevas tendencias que se están desarrollando en este proceso.

En el capítulo tres "Administración de Operaciones y diagnóstico industrial" se explica la importancia de la Administración de Operaciones para coordinar las distintas áreas de una empresa para que tenga una buena productividad. Posteriormente, se explica el Análisis Factorial como una técnica para elaborar un diagnóstico industrial.

En el capítulo cuatro "Metodología *Canvas* para diseñar modelos de negocio" se explica el concepto "modelo de negocio" y la descripción de la técnica propuesta por Osterwalder para diseñar mejores empresas: *Business Model Canvas*.

En el capítulo cinco se presenta el caso de estudio de la empresa, se reporta: el diagnóstico industrial de "Fundición El Ahorro" con las áreas de oportunidad, la presentación del plan de mejora y la propuesta de rediseño del modelo de negocio de la fundidora. Para generar los resultados se programaron visitas periódicas a la planta para observar la dinámica del negocio, detectar problemas en procesos y generar el modelo de negocio de la empresa.

Finalmente, se presentan las recomendaciones a la empresa, la interpretación de la efectividad de las metodologías empleadas y comentarios finales sobre el trabajo realizado. Esta información se encuentra en el capítulo seis.

## 2. FUNDICIÓN DE METALES

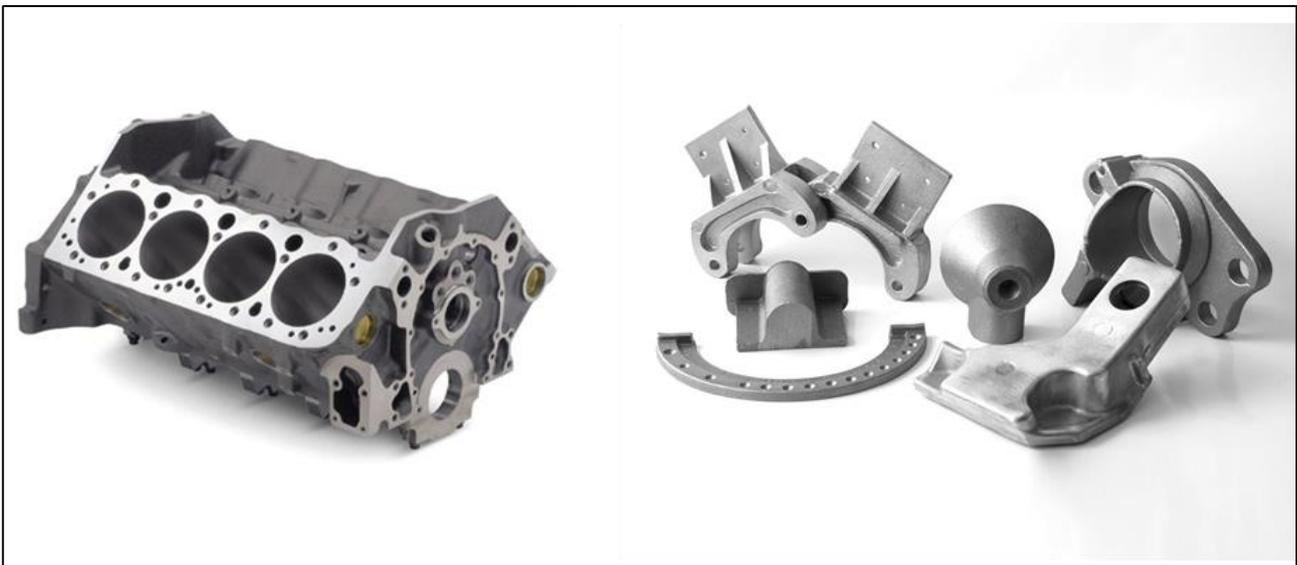
### 2.1 Conceptos generales

En el proceso de fundición, el metal fundido fluye por gravedad u otra fuerza dentro de un molde donde se solidifica y toma la forma de la cavidad del molde. El término fundición se aplica también a la parte resultante de este proceso. Es uno de los más antiguos procesos de formado que se remonta 6 mil años atrás. El principio de la fundición es simple: se funde el metal, se vacía en un molde y se deja enfriar.

Una gran variedad de partes y componentes se producen por medio de fundición, como monobloques para motores, cigüeñales, componentes automovilísticos y trenes de potencia, equipo agrícola y de ferrocarril, tubos y accesorios de plomería, herramientas eléctricas, cañones para armas, sartenes, equipo de oficina y componentes muy grandes para turbinas hidráulicas.

*Figura 1. Productos obtenidos por fundición.*

Izquierda: Monobloque automotriz Derecha: Piezas de fundición de aluminio



Fuentes:

Izquierda: A1Motors. <http://www.a1motores.com.mx/images/motor.png> (2015)

Derecha: Metales Prado. <http://metalurgicaprado.com/wp-content/uploads/2013/10/fundicion-piezas-aluminio.jpg> (2013)

Casi todos los metales utilizados comercialmente se pueden fundir. Dos tendencias han tenido un impacto importante en la industria de la fundición. La primera es la mecanización y automatización de este proceso, que ha conducido a cambios significativos en el uso del equipo y la mano de obra. Maquinaria avanzada y sistemas automáticos de control de procesos han reemplazado a los métodos tradicionales de fundición. La segunda

tendencia importante es la creciente demanda de fundiciones de alta calidad, con tolerancias dimensionales cerradas. (Kalpakjian,2008)

## **2.2 Tipos de Moldeo**

Una mezcla de moldeo para fundición pasa a través de cuatro etapas de producción: preparación y distribución, producción del molde, vaciado del metal y limpieza y recuperación. Las propiedades requeridas de los materiales están determinadas por las condiciones del molde y la fundición.

Los procesos de fundición se pueden clasificar según el tipo de molde que utilicen: moldes permanentes, moldes unitarios o moldes compuestos.

### *2.2.1 Moldes unitarios*

Suelen producirse con arena, yeso, cerámica y materiales similares, y que por lo general se mezclan con diversos aglutinantes (agentes de unión) para mejorar sus propiedades. Estos materiales son refractarios (capaces de soportar las altas temperaturas de los metales fundidos). Una vez que la fundición solidifica, se rompe el molde para retirarla.

### *2.2.2 Moldes permanentes*

Se fabrican con metales que mantienen su resistencia a temperaturas elevadas. Como su nombre indica, se utilizan en repetidas ocasiones y se diseñan de manera que las fundiciones puedan retirarse con facilidad y sea posible utilizar el molde en la siguiente fundición. Los moldes metálicos son mejores conductores de calor que los moldes desechables no metálicos por consiguiente, la fundición que se está solidificando experimenta una mayor velocidad de enfriamiento, lo que a su vez afecta la microestructura y el tamaño de grano de la misma.

### *2.2.3 Moldes compuestos*

Se producen con dos o más materiales (como arena, grafito y metales) y combinan las ventajas de cada uno. Estos moldes tienen una parte permanente y otra desechable, y se utilizan en diversos procesos de fundición para mejorar la resistencia del molde, controlar las velocidades de enfriamiento y optimizar la economía global de los procesos de fundición.

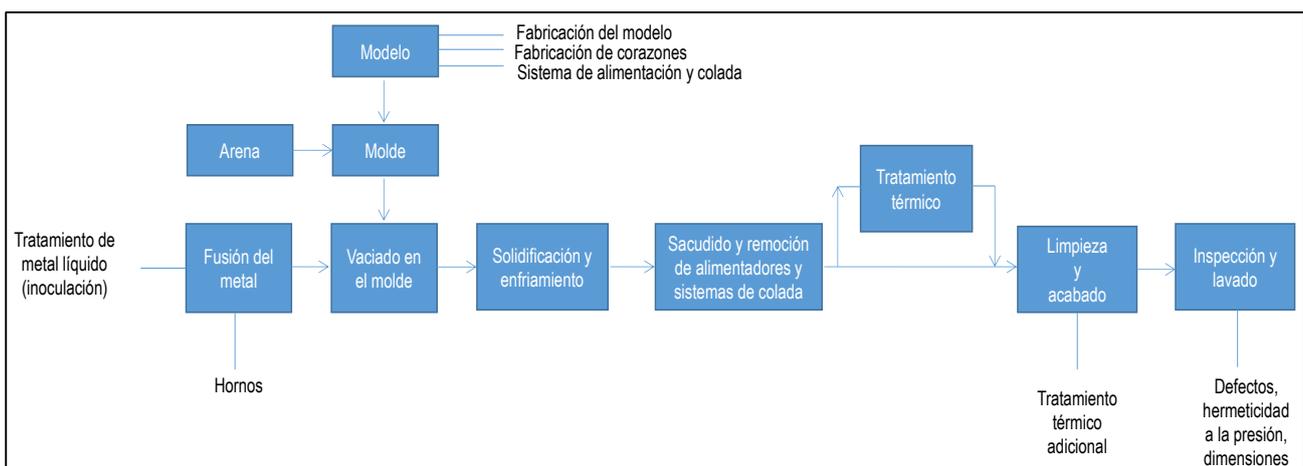
## 2.3 Fundición en Arena

El método tradicional de fundición de metales es el de moldes de arena. Sus aplicaciones características incluyen bases para máquinas, grandes impulsores de turbinas, propulsores, accesorios de plomería y numerosos componentes para equipo agrícola y de ferrocarriles.

Básicamente, la fundición en arena consiste en: (a) colocar un modelo (que tiene la forma de la pieza deseada) en arena para hacer una impresión, (b) incorporar un sistema de colada y alimentación, (c) retirar el modelo y llenar la cavidad del molde con metal fundido (tratar el metal líquido de ser necesario), (d) permitir que el metal se enfríe y solidifique, (e) separar el molde de arena, y (f) retirar la pieza

Posteriormente, la fundición pasa por un proceso de limpieza e inspección, pero a veces requiere un tratamiento térmico para mejorar sus propiedades metalúrgicas.

Figura 2. Proceso de fundición en arena



Fuente: Kalpakjian, (2008).

### 2.3.1 Selección de arenas

En la mayoría de las operaciones de fundición en arena se utiliza arena sílice ( $\text{SiO}_2$ ) como material para el molde, porque es barata y resulta adecuada debido a sus características de resistencia a alta temperatura y elevado punto de fusión. Para una fundición apropiada, la arena debe estar limpia y de preferencia ser nueva.

La selección de arena para moldes implica considerar varios factores y ciertas concesiones respecto de las propiedades.

Una buena permeabilidad de los moldes y de los machos o corazones permite que los gases y el vapor generado durante el vaciado escapen fácilmente. El molde también debe tener una colapsabilidad adecuada para permitir que la fundición se contraiga al enfriarse, evitando así defectos como el desgarramiento y agrietamiento en caliente (Kalpakjian,2008).

Las principales propiedades requeridas en la fase de moldeo son la fluidez y la resistencia en verde. La primera es una medida de la capacidad del material para ser compacto y tener una densidad uniforme. El equilibrio ideal de estas propiedades depende en gran medida del método de compactación empleado.

La necesidad de la resistencia en verde es necesaria cuando el modelo se retira y el molde debe conservar la forma, sin distorsionarse. Los esfuerzos a los cuales está sometido el molde en esta etapa dependen de las estructuras de apoyo de la caja de moldeo. La estabilidad dimensional y la alta precisión se logran sin una alta resistencia en verde. (Beeley, 2001)

Se usan varios indicadores para determinar la calidad de la arena para el molde:

1. *Resistencia*: Capacidad del molde para mantener su forma
2. *Permeabilidad*: Capacidad del molde para permitir que el aire caliente y los gases pasen a través de los poros de la arena.
3. *Estabilidad térmica*: Capacidad del molde para resistir el agrietamiento cuando está en contacto con el metal fundido.
4. *Retractibilidad*: Capacidad del molde para dejar que la fundición se contraiga sin agrietarse.
5. *Reutilización*: Capacidad de la arena para reciclarse después de la extracción de la pieza.

A continuación se describen las principales componentes de una fundición realizada en arena:

- La caja, que soporta el propio molde. Los moldes de dos piezas constan de una tapa y una base; la unión entre ambos es la línea de partición.
- Una bajada, en la cual se vierte el metal fundido.

- Un corredor, a través del cual el metal fundido fluye hacia las entradas.
- Entradas, llevan el metal fundido desde el corredor hasta la cavidad del molde.
- Los alimentadores, que suministran metal fundido adicional a la fundición conforme ésta se contrae durante la solidificación.
- Los corazones, que son insertos hechos de arena. Se colocan en el molde para formar regiones huecas o para definir la superficie interior de la fundición. También se utilizan en la parte exterior de la misma a fin de formar características como letras sobre la superficie o cavidades externas profundas.
- Respiraderos o vientos, que se colocan en los moldes para extraer los gases producidos cuando el metal fundido entra en contacto con la arena en el molde y en el corazón. También dejan escapar el aire de la cavidad del molde conforme el metal fundido fluye en su interior.

### 2.3.2. Modelos

El diseño del modelo es un aspecto crítico de toda la operación de fundición, pues debe considerar la contracción del metal, la facilidad de extracción del molde de arena mediante una ligera inclinación o ángulo de salida favorable de las superficies paralelas a la dirección de extracción y el flujo apropiado del metal dentro de la cavidad del molde.

*Figura 3. Ejemplo de un modelo para fundición*



Fuente: Euromodels. Recuperado de: <http://www.euromodels.es/imatges/models-3.jpg>. (2015)

### 2.3.3 Corazones

Los corazones se utilizan en las fundiciones con cavidades, como los que se encuentran en un monobloque de motor automovilístico o en el cuerpo de una válvula. Se colocan en la cavidad del molde para formar huecos en la fundición, y se retiran de la parte terminada durante el vibrado y procesamiento posteriores. Al igual que los moldes, los corazones deben poseer resistencia, permeabilidad, capacidad para soportar el calor y colapsabilidad; de ahí que se produzcan con agregados de arena.

*Figura 4. Moldeo de un componente de una cortadora para elaboración de pan.*

*El corazón es la pieza amarilla que se observa.*



*Fuente: Fundición El Ahorro, 2015.*

### 2.3.4 Máquinas para moldeo de arena

El método para moldear más antiguo, que aún se utiliza en fundiciones sencillas, consiste en compactar la arena mediante martillado manual (pisoneta), o compactándola alrededor del modelo. Sin embargo, en la mayoría de las operaciones, la mezcla de arena se apisona alrededor del modelo mediante máquinas de moldeo. Éstas eliminan una laboriosa mano de obra, ofrecen una fundición de alta calidad al mejorar la aplicación y distribución de las fuerzas, manipulan el molde de manera controlada y cuidadosa e incrementan la capacidad de producción. (Kalpakjian,2008)

### 2.3.5 Operación de fundición en arena.

Después de darse forma al molde y de colocarse los corazones en su posición (cuando se requiere), las dos mitades (molde superior e inferior) se cierran y se sujetan; se les agrega peso para evitar la separación de las secciones por la presión que ejerce el metal fundido cuando se vacía en la cavidad del molde. Después de solidificarse, la fundición se sacude para sacarla del molde y se retiran de ella la arena y las capas de óxido por vibración o con chorros de arena. Las fundiciones también se limpian mediante un chorro de granalla de acero.

### 2.3.6 Tipos de moldes de arena.

Los moldes de arena se caracterizan por los tipos de arena que los componen y por los métodos utilizados para producirlos.

- **Moldeo en verde.**

El material más común es la arena verde para moldeo, que es una mezcla de arena, arcilla y agua. El término "verde" indica que la arena dentro del molde no se cuece y está húmeda o mojada mientras se vacía el metal en su interior. Éste es el método menos costoso para fabricar moldes y la arena se recicla fácilmente para su uso posterior. En el método de superficie seca, la superficie del molde se seca, ya sea guardando el molde en aire o secándolo con sopletes. Debido a su mayor resistencia, estos moldes se utilizan en general para fundiciones grandes.

- **Molde de caja fría**

En este proceso se mezclan diversos aglutinantes orgánicos e inorgánicos con la arena, para unir químicamente los granos y obtener una mayor resistencia. Estos moldes tienen dimensiones más precisas que los de arena verde, pero son más costosos.

- **Molde sin cocción**

En este proceso se agrega una resina sintética líquida a la arena y la mezcla se endurece a temperatura ambiente. Debido a que el aglutinamiento del molde en este proceso y en el de caja fría ocurre sin calor, se les llama procesos de curado en frío.

Los moldes de arena que se secan en hornos (horneados) antes de vaciar el metal fundido; son más resistentes que los moldes de arena verde y proporcionan mejor precisión dimensional y acabado superficial a la fundición. Sin embargo, este método tiene las siguientes desventajas: la distorsión del molde es mayor, las fundiciones son más susceptibles al desgarramiento en caliente debido a que el molde es menos colapsable, y la capacidad de producción es menor porque se requiere mucho tiempo para el secado. (Kalpakjian,2008)

## 2.4 Hornos para fundición

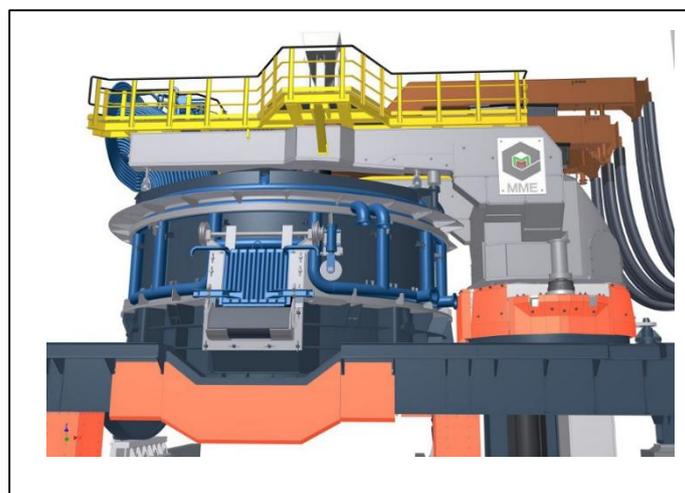
La práctica de la fusión es un aspecto importante de las operaciones de fundición, ya que tiene un impacto directo en su calidad. Los hornos se alimentan con material fundible, que consiste en metal, elementos de aleación y otros materiales (como fundente y constituyentes formadores de escoria). Los fundentes son compuestos inorgánicos que refinan el metal fundido eliminando los gases disueltos y diferentes impurezas. Se pueden agregar manualmente o inyectar de modo automático en el metal fundido. (Kalpakjian,2008)

Los hornos de fusión que más se utilizan en las empresas de fundición son los hornos de arco eléctrico, de inducción, de crisol, cubilote y de reverbero.

### 2.4.1 Horno de arco eléctrico

Tienen ventajas como una capacidad elevada de fusión (y, por lo tanto, gran capacidad de producción), causan mucho menos contaminación que otros tipos de hornos y son capaces de mantener el metal fundido (a temperatura constante por cierto periodo) para propósitos de aleación.

*Figura 5. Representación 3D de un Horno de Arco Eléctrico*



Fuente: MME-Co.

Recuperado de <http://www.mmeco.de/es/Home/products/meltshop/promos/0/teaserImgBinary/eafrendering.jpg> (2015)

### 2.4.2 Hornos de inducción

Los hornos de inducción son útiles sobre todo en pequeñas empresas de fundición y producen fusiones de composición controlada más pequeñas. Existen dos tipos básicos. El horno de inducción sin núcleo consta de un crisol totalmente rodeado por una bobina de cobre enfriado por agua, por la que pasa una corriente de alta frecuencia. Debido a que existe una fuerte acción de agitación electromagnética durante el calentamiento por inducción, este tipo de horno tiene excelentes características de mezclado para alear y agregar una nueva carga de metal.

El otro tipo, llamado horno de canal o de núcleo, emplea una corriente de baja frecuencia (hasta de 60 Hz) y tiene una bobina que rodea sólo una pequeña parte de la unidad. (Kalpakjian,2008)

Figura 6. Horno de Inducción



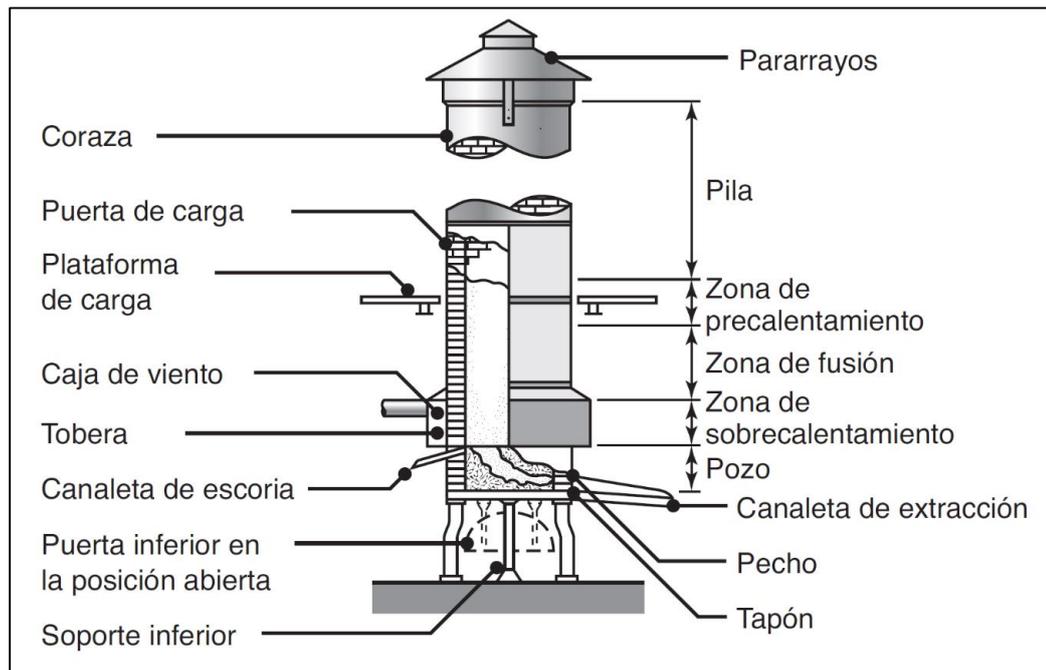
Fuente: Electroheat Induction, Recuperado de <http://i.ytimg.com/vi/S4rj-JwDbv4/maxresdefault.jpg> (2015)

### 2.4.3 Horno de Cubilote

Un cubilote es un horno cilíndrico vertical equipado con un orificio de sangrado cerca de su base. Aunque también se utilizan otros hornos, el mayor tonelaje de hierro fundido se procesa en cubilotes. El horno consiste en una carcasa grande de plancha de acero revestida con refractario. La carga está constituida por hierro, coque, fundente (caliza) y otros elementos de aleación que se cargan a través de una puerta localizada a mitad de la altura. El hierro es normalmente una mezcla de arrabio y chatarra. El coque constituye el combustible

para calentar el horno. A través de las aberturas cerca del fondo de la carcasa se introduce aire forzado para la combustión del coque. El fundente es caliza, un compuesto alcalino que reacciona con la ceniza de coque y otras impurezas para formar escoria. La escoria sirve para cubrir la fundición, protegiéndola de reaccionar con la atmósfera interior del cubilote y reduciendo las pérdidas de calor. Cuando la mezcla se calienta, se produce la fusión del hierro, el horno se sangra periódicamente para suministrar el metal líquido listo para el vaciado. (Callister, 2002)

Figura 7. Esquema de un horno de cubilote



Fuente: Kalpakjian, 2008

#### 2.4.4 Horno de reverbero

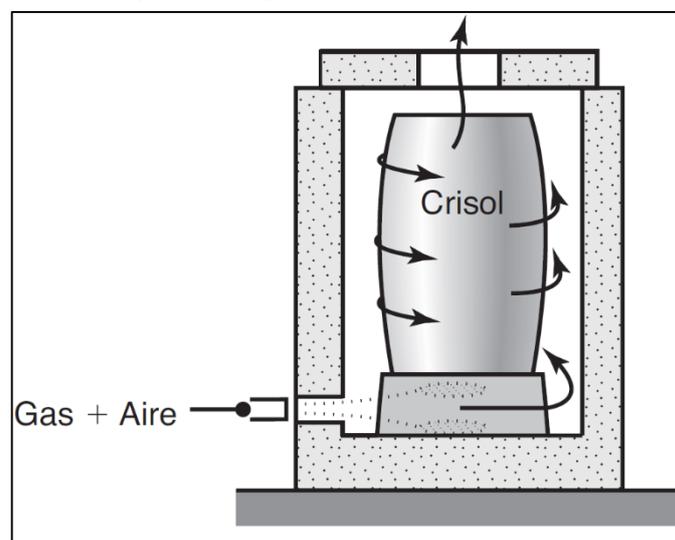
El horno de reverbero es un tipo de horno cubierto por una bóveda de ladrillo refractario y con una chimenea, que refleja (o reverbera) el calor producido en un sitio independiente del lugar donde se lleva a cabo la combustión. La capacidad de estos hornos es muy variable, y su campo de aplicación es muy amplio, ya que pueden fundir latones, bronce, aleaciones de aluminio, fundiciones y acero. Consta de un recuperador de calor destinado a ahorrar combustible y alcanzar una temperatura suficientemente elevada para fundir el metal. Están constituidos por dos pares de cámaras, formadas interiormente por una serie de conductos de ladrillo refractario. Su funcionamiento es como sigue: Los gases calientes que salen del horno, al pasar a través de los recuperadores, transfieren calor y, cuando están suficientemente calientes, mediante un dispositivo automático de válvulas, se invierte el sentido de circulación, de forma que el gas y el aire, antes de entrar en el horno, pasan por los recuperadores calientes y alcanzan temperaturas de 1000°C a 1200 °C. (Emison, 2013)

### 2.4.5 Horno de crisol

Este tipo es el más sencillo de los hornos y todavía se encuentran en algunas pequeñas fundiciones que trabajan aleaciones de metales no ferrosos. Están constituidas de un crisol de grafito apoyado sobre ladrillos refractarios y rodeados por todas partes de coque partido que se enciende, alcanza la incandescencia por la inyección de aire. El crisol alcanza de este modo temperaturas más elevadas y la carga metálica que contiene se funde sin entrar en contacto con los gases de combustión.

El elemento más importante es el crisol, compuesto de grafito con la adición eventual de un carburante (carburo de silicio SiC), alúmina y mezclado con aglutinantes adecuados, por ejemplo arcilla o alquitrán. Los crisoles se construyen con estampas de acero sobre la que es fuertemente prensado el material de aquellos. Se acaban en el torno, y después de secados se introducen en cajones de material refractario y se someten a acción en hornos adecuados a temperaturas elevadas. Los hornos de crisol fijo tienen el gran inconveniente de que el metal debe ser extraído en pequeñas cantidades, con cucharas a menos de que la colada se efectuara directamente en alguna forma. Para evitar este inconveniente y para utilizar el calor sensible de los gases de combustión, se construyeron los hornos de crisol basculantes. (Aguilar, 2010)

Figura 8. Esquema de un horno de crisol



Fuente: Kalpakjian, 2008

## 2.5 Diseño en piezas de fundición

Como en todas las operaciones de manufactura, con los años se han desarrollado ciertos lineamientos y principios de diseño respecto de la fundición. A pesar de que estos principios se han establecido sobre todo a través de la experiencia, también se han llegado a utilizar en gran medida los métodos analíticos, la simulación

y el modelado de procesos, así como las técnicas de diseño y manufactura asistidas por computadora; de esta manera se han mejorado la productividad y la calidad de las fundiciones con ahorros significativos en los costos.

Todas las operaciones de fundición comparten ciertas características, como el cambio de fase y la contracción térmica durante el ciclo de fundición. En consecuencia, aplican por igual varias consideraciones de diseño a la fundición en arena y a la fundición a presión, por ejemplo. Sin embargo, cada proceso tiene sus propios criterios de diseño en particular; la fundición en arena requiere tomar en consideración la erosión del molde y las inclusiones correspondientes a la arena en la fundición.

La siguiente tabla resume algunos lineamientos para mejorar el diseño en piezas de fundición.

*Tabla 1. Lineamientos para mejorar el diseño en fundición.*

Lineamiento	Efecto en la fundición
<b>Simplicidad geométrica.</b>	Al evitar complejidades innecesarias se simplifica la hechura del molde, se reduce la necesidad de utilizar corazones y se mejora la resistencia de la fundición.
<b>Esquinas</b>	Deben evitarse esquinas y ángulos agudos, ya que son fuente de concentración de esfuerzos y pueden causar desgarramientos calientes y grietas en la fundición.
<b>Espesores de sección</b>	Los espesores de sección deben ser uniformes a fin de prevenir bolsas de contracción. Las secciones más gruesas crean puntos calientes en la fundición, debido a un mayor volumen que requiere más tiempo para solidificar y enfriar.
<b>Ángulos de salida.</b>	Las secciones de la pieza que se proyectan dentro del molde deben tener ángulos de salida. El propósito de esta acción es facilitar la remoción del modelo del molde.
<b>Tolerancias dimensionales y acabado superficial.</b>	Se pueden lograr diferencias significativas en la precisión dimensional y en los acabados de la fundición, dependiendo del proceso que se use.
<b>Tolerancias maquinado por</b>	Las tolerancias que se especifican en muchos procesos de fundición son insuficientes para cumplir las necesidades funcionales de muchas aplicaciones

Fuente: Callister, 2008.

## **2.6 Defectos en fundición**

En las fundiciones se pueden desarrollar varios defectos. Debido a que en el pasado se utilizaron diferentes nombres para describir el mismo defecto, el *International Committee of Foundry Technical Associations* ha elaborado una nomenclatura estandarizada que consta de siete categorías básicas de defectos de fundición, identificadas con letras mayúsculas en negritas:

### **A. Proyecciones metálicas**

Consisten en aletas, rebabas o proyecciones, como ampollas y superficies rugosas.

### **B. Cavidades**

Consisten en cavidades redondeadas o rugosas, internas o expuestas, incluyendo porosidades, sopladuras, puntas de alfiler (*pinholes*) y cavidades por contracción

### **C. Discontinuidades**

Se incluyen grietas, desgarramientos en frío o en caliente, y puntos fríos. Si no se permite que el metal se contraiga libremente al solidificarse, pueden presentarse grietas y desgarramientos. Aunque varios factores están involucrados en el desgarramiento, el tamaño grueso del grano y la presencia de segregaciones de bajo punto de fusión a lo largo de los límites de los granos (intergranulares) incrementan la tendencia al desgarramiento en caliente. El punto frío es una interfaz en una fundición que no se funde totalmente debido al encuentro de dos corrientes de metal líquido provenientes de dos compuertas diferentes.

### **D. Superficie defectuosa**

Como pliegues, traslapes y cicatrices superficiales, capas de arena adherida y escamas de óxido.

### **E. Llenado incompleto**

Fallas (debidas a solidificación prematura), volumen insuficiente del metal vaciado y fugas (por la pérdida de metal del molde después de haber sido vaciado). Las fundiciones incompletas también pueden provenir de una temperatura muy baja del metal fundido o de un vaciado muy lento del mismo y falta de alimentadores.

### **F. Dimensiones o formas incorrectas.**

Debido a factores como tolerancia inapropiada para la contracción, error de montaje del modelo, contracción irregular, modelo deformado o fundición alabeada.

## **G. Inclusiones**

Se forman durante la fusión, solidificación y moldeo; en general son no metálicas. Se consideran dañinas porque actúan como multiplicadoras de esfuerzos y, por lo tanto, reducen la resistencia de la fundición.

Durante el procesamiento del metal fundido se pueden filtrar partículas tan pequeñas como 30  $\mu\text{m}$ . Las inclusiones se pueden formar durante la fusión, cuando el metal fundido reacciona con el medio ambiente (por lo común oxígeno) o con el crisol o el material del molde; por reacciones químicas entre los componentes del metal fundido; o a partir de escorias y otros materiales extraños atrapados en el metal fundido. El astillado de la superficie del molde y de los corazones también puede producir inclusiones, lo que indica la importancia de la calidad de los moldes y de su mantenimiento.

### *2.6.1 Porosidad*

La porosidad en una fundición puede ser ocasionada por contracción, gases, o por ambos. Se pueden desarrollar regiones porosas debido a la contracción del metal solidificado. Las secciones delgadas de una fundición se solidifican antes que las regiones gruesas; en consecuencia, el metal fundido fluye dentro de las regiones más gruesas que aún no se han solidificado. Las regiones porosas se pueden desarrollar en la parte central debido a la contracción, ya que la región más gruesa comienza a solidificarse primero. También puede desarrollarse microporosidad cuando el metal líquido se solidifica y contrae entre las dendritas y entre sus ramas.

La porosidad es dañina para la ductilidad de una fundición y para su acabado superficial, haciéndola permeable y, por lo tanto, afectando la hermeticidad de recipientes presurizados producidos por fundición. (Kalpakjian, 2008)

## **2.7 Hierros colados**

Los hierros colados son los metales fundidos más numerosos. Por lo general poseen diversas propiedades deseables, como resistencia al desgaste, dureza y buena maquinabilidad. El término hierro colado se refiere a una familia de aleaciones, se clasifican en hierros fundidos gris, dúctil (nodular o esferoidal), blanco, maleable y de grafito compacto.

### 2.7.1 Hierro gris

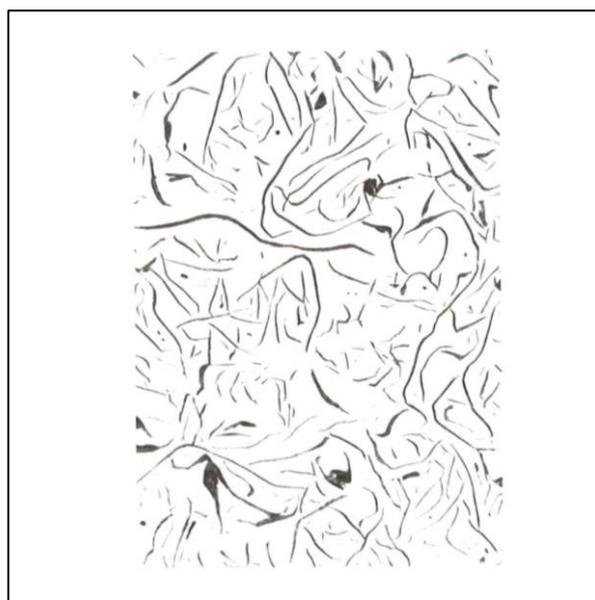
Una característica distintiva del hierro gris es que el carbono se encuentra en general en forma de grafito adoptando formas irregulares descritas como “hojuelas”, este grafito es el que da la típica coloración gris a las superficies de fractura en las piezas elaboradas con esta aleación. Las hojuelas de grafito actúan como concentradores de esfuerzos. Como resultado, el hierro gris tiene una ductilidad muy baja, y como otros materiales frágiles, tiene baja resistencia a la tensión, aunque resistente a la compresión.

Por otra parte, la presencia de las hojuelas de grafito le da a este material la capacidad de amortiguar vibraciones causadas por fricción interna y en consecuencia, capacidad de disipar energía.

Los tipos de hierro gris se conocen como ferríticos, perlíticos y martensíticos. Debido a las diferentes estructuras, cada uno tiene propiedades y aplicaciones diferentes. En el hierro gris ferrítico, la estructura está formada de hojuelas de grafito en una matriz de ferrita alfa.

El hierro gris perlítico tiene una estructura de hojuelas de grafito en una matriz de perlita. Aunque sigue siendo frágil, es más resistente que el hierro gris ferrítico. El hierro gris martensítico se obtiene al austenizar el hierro gris perlítico y después templearlo con rapidez, para producir una estructura de grafito en una matriz de martensita, como resultado, este hierro fundido es muy duro.

*Figura 9. Microestructura de hierro gris. Se observan las hojuelas de grafito sobre una matriz ferrítica. Imagen a 100x.*



Fuente: *ASM Handbook. Metallography and Microstructures. Página 566 (2009)*

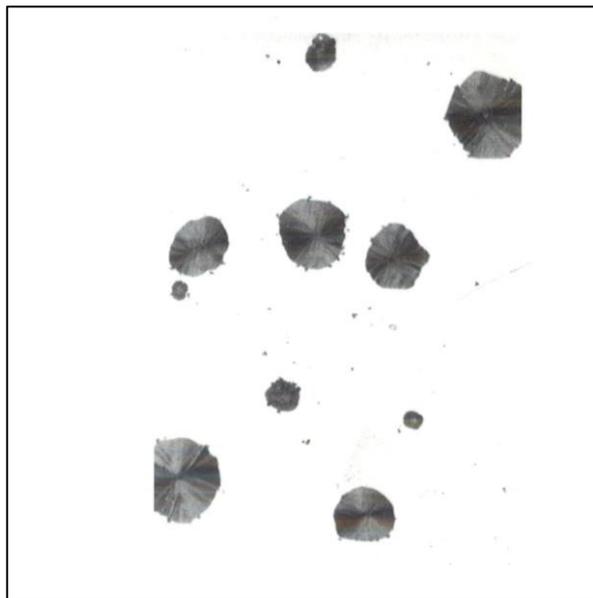
Se utilizan comúnmente en los monobloques de motores, alojamientos de motores eléctricos, tubos y superficies de desgaste para máquinas. Además, su capacidad de amortiguamiento lo ha convertido en un material común para bancadas de máquinas y herramienta.

### 2.7.2 Hierro dúctil (*nodular*).

En la estructura del hierro dúctil, el grafito está en forma nodular o esferoide. Esta forma le permite al material aumentar su ductilidad y resistir a los choques. La forma de las hojuelas de grafito se cambia en nódulos (esferas) mediante pequeñas adiciones de magnesio al metal fundido antes de su vaciado.

Generalmente utilizados para partes de máquinas, carcasas, engranes, tubos, rodillos para laminadores y cigüeñales de automóviles, los hierros dúctiles se especifican mediante un conjunto de números de dos dígitos. Por ejemplo, la clase o grado 80-55-06 indica que el material tiene una resistencia mínima a la tensión de 80 ksi (550 MPa), una resistencia mínima a la fluencia de 55 ksi (380 MPa) y 6% de elongación en 2 pulgadas (50 mm).

*Figura 10. Grafito esferoidal en un hierro nodular. Imagen a 100x.*



Fuente: *ASM Handbook. Metallography and Microstructures. Página 565 (2009)*

### 2.7.3 Hierro blanco.

Se forma debido a la presencia de grandes cantidades de carburo de hierro. El hierro blanco se obtiene ya sea al enfriar rápidamente el hierro gris o ajustando la composición química manteniendo el carbón y silicio bajos.

Debido a su extrema dureza y resistencia al desgaste, el hierro fundido blanco se utiliza principalmente en rodillos para laminadores, zapatas para frenos de carros de ferrocarril y revestimientos en maquinaria para procesar materiales abrasivos. Este tipo de hierro colado recibe este nombre debido a la apariencia cristalina blanca de la superficie de fractura.

*Figura 11. Microestructura de hierro blanco al cromo. Imagen a 500x.*



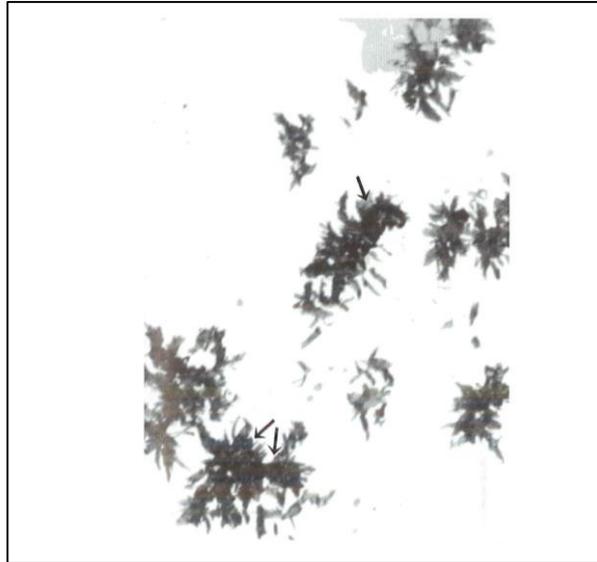
Fuente: *ASM Handbook. Metallography and Microstructures. Página 566 (2009)*

#### *2.7.4 Hierro maleable.*

Se obtiene el hierro maleable al recocer el hierro blanco durante varias horas en una atmósfera de monóxido y de dióxido de carbono, entre 800°C y 900°C, dependiendo del tamaño de la pieza. Durante este proceso la cementita se descompone en hierro y grafito. El grafito aparece en forma de racimos o rosetas en una matriz de perlita o de ferrita. Esta estructura promueve la ductilidad, la resistencia mecánica y la resistencia al choque.

El hierro maleable se usa principalmente en equipo ferroviario y varios tipos de herrajes, accesorios y componentes para aplicaciones eléctricas. Los hierros maleables se especifican mediante una designación de cinco dígitos. Por ejemplo, 35018 indica que la resistencia a la fluencia del material es de 35 ksi (240 MPa) y su elongación es de 18% en 2 pulgadas. (Kalpakjian, 2008)

Figura 12. Microestructura típica de un hierro maleable. El grafito aparece en forma de racimos Imagen a 400x.



Fuente: *ASM Handbook. Metallography and Microstructures. Página 566 (2009)*

### 2.7.5 Hierro de grafito compactado.

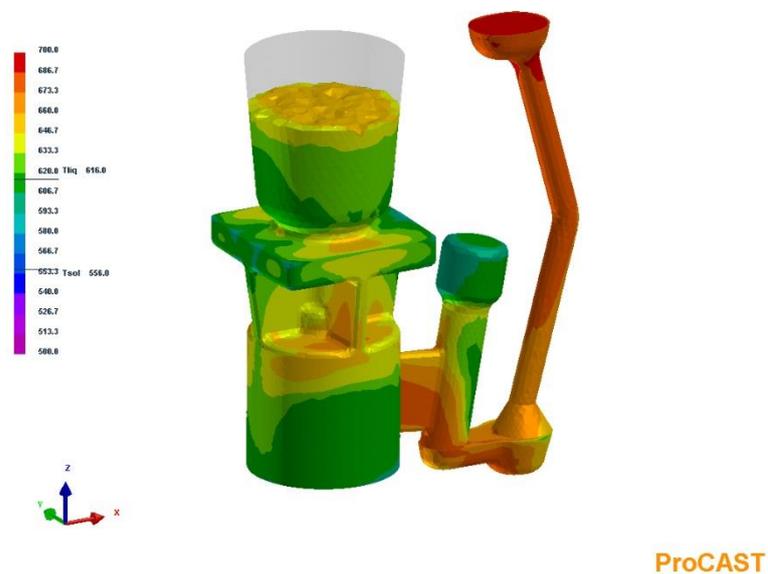
El hierro de grafito compactado (CGI) tiene propiedades que se encuentran entre las de los hierros grises y dúctiles: los primeros tienen buen amortiguamiento y conductividad térmica, aunque baja ductilidad, en tanto que los segundos poseen amortiguamiento y conductividad térmica deficientes, pero alta resistencia a la tensión y resistencia a la fatiga

El hierro de grafito compactado ofrece amortiguamiento y propiedades térmicas similares a las del hierro gris, y resistencia y rigidez comparables a las del hierro dúctil. Debido a su resistencia, las partes hechas de CGI pueden ser más pequeñas y, por lo tanto, más ligeras. Es fácil de fundir, tiene propiedades consistentes durante la fundición y su maquinabilidad es mejor que la del hierro dúctil (lo que es importante, ya que se utiliza en monobloques de motores automovilísticos y cabezas de cilindros). Se están desarrollando nuevas técnicas de fundición para mejorar la maquinabilidad del CGI. (Kalpakjian, 2008)

## 2.8 Evolución de las empresas de fundición

Las operaciones de fundición, aunque tradicionalmente han comprendido mucha mano de obra, las grandes empresas de fundición tienen instalaciones automatizadas e integradas con computadoras en todos los aspectos de sus operaciones. Producen una amplia variedad y tamaños de fundición a altas capacidades de producción, con un buen control de la calidad y a un bajo costo. Las operaciones en las empresas de fundición inicialmente dos grupos de actividades separadas. El primero es la fabricación de modelos y moldes. Ahora se utilizan el diseño y la manufactura asistidos por computadora y técnicas de producción rápida de prototipos para minimizar la prueba de ensayo y error, y, de esta manera, mejorar la eficiencia.

Figura 13. Simulación de una pieza de fundición por ProCAST



Fuente: ProCAST, 2015

Se utiliza maquinaria automatizada para minimizar los costos de la mano de obra, que pueden ser significativos en la producción de fundiciones. El segundo grupo de actividades es la fusión de los metales, controlando su composición e impurezas y vaciándolos en los moldes. El resto de las operaciones, como el vaciado en moldes manejados en transportadoras, la agitación, limpieza, tratamiento térmico e inspección, también se han automatizado. Esto minimiza la mano de obra, reduce la posibilidad de error humano, aumenta la capacidad de producción e incrementa los niveles de calidad.

El nivel de automatización en las empresas de fundición es un factor económico importante, en particular porque muchas empresas de fundición son negocios pequeños. El grado de automatización depende del tipo de productos fabricados. Por ejemplo, una instalación para fundición a presión por matriz, o un taller de fundición que fabrica partes para la industria automotriz, pueden implicar lotes de producción de cientos de miles de

unidades, por lo que es deseable un alto nivel de automatización. En cambio, un taller de fundición por pedido que produzca lotes de producción cortos puede no estar automatizado en la misma medida.

Además, en el pasado, las operaciones de los talleres de fundición eran vistas como algo sucio y caliente, intensivas en el uso de la mano de obra. Hoy en día, puede ser difícil encontrar personal calificado para trabajar en dicho ambiente. En consecuencia, la automatización se ha vuelto crecientemente necesaria para compensar la declinación en la competencia de los trabajadores. (Kalpakjian, 2008)

### 3. ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES Y DIAGNÓSTICO INDUSTRIAL.

#### 3.1 Administración de operaciones

A continuación se presentan diferentes definiciones de “Administración de Operaciones”

- “El diseño, dirección y control sistemáticos de los procesos que transforman los insumos en servicios y productos para los clientes internos y externos” (Krajewski, 2008)
- “Conjunto de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar los insumos en productos terminados.” (Render, 2009)
- “Actividades necesarias para generar y entregar un servicio o un producto físico.” (Koontz, 2012)

##### 3.1.1 Contribuciones a la Administración de Operaciones

El desarrollo e innovación de esta disciplina se debe a la aportación de diferentes personas a lo largo del tiempo.

De acuerdo con Render (2009), los principales precursores de la Administración de Operaciones son:

- **Eli Whitney (1800)**

Recibe el crédito por la popularización inicial de las partes intercambiables, que fue posible mediante la estandarización y el control de la calidad.

- **Frederick Taylor (1881)**

Conocido como el padre de la administración científica, contribuyó a la selección de personal, la planeación y programación, el estudio de movimientos y ergonomía. Taylor y sus colegas, Henry L. Gantt y Frank y Lillian Gilbreth, fueron los primeros en buscar de manera sistemática una mejor forma de producir. Otra de las contribuciones de Taylor fue la certeza de que la administración debería asumir más responsabilidad para: asignar los empleados al trabajo correcto, proporcionar la capacitación apropiada, proporcionar métodos de trabajo adecuados y establecer incentivos legítimos para la realización del trabajo.

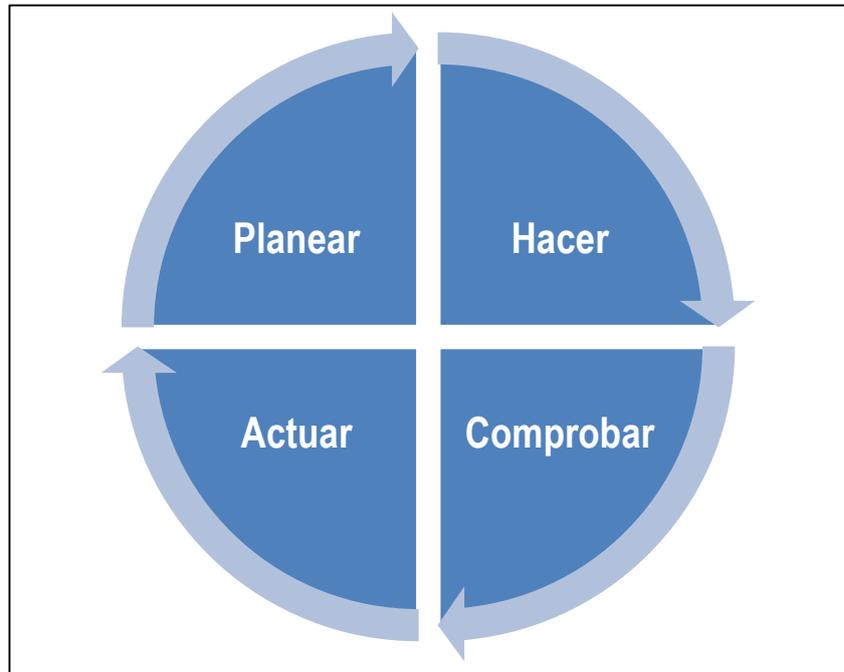
- **Henry Ford y Charles Sorensen (1913)**

Combinaron sus conocimientos sobre partes estandarizadas con las cuasi-líneas de ensamble de las industrias de empaque de carne y ventas por catálogo e introdujeron el concepto de la línea de ensamble, donde los hombres permanecían en un solo lugar y los materiales eran los que se movían.

- **W. Edwards Deming (1950)**

Deming es uno de los principales autores de la administración moderna. El “Círculo de Deming” es uno de los sistemas más utilizados como método de mejora continua. Conocido mayoritariamente por su traducción al inglés, PDCA (Plan - Do - Check - Act), se basa en cuatro etapas:

*Figura 14. Ciclo PDCA de Deming*



Fuente: Elaboración propia, 2015

- **Planear**

El equipo selecciona un proceso (por ejemplo, una actividad, método, máquina o política) que sea necesario mejorar. A continuación, el equipo documenta el proceso elegido, por lo general, analizando los datos relacionados; establece metas cualitativas de mejoramiento, estudia varios caminos para alcanzar las metas. Después de evaluar los costos y beneficios de las distintas alternativas, el equipo traza un plan de mejoramiento con mediciones cuantificables.

- **Hacer**

El equipo pone en práctica el plan y observa los progresos. Los datos se recaban en forma continua para medir los avances en el proceso. Cualquier cambio en éste se documenta y se hacen revisiones adicionales según se requiera.

- **Comprobar**

El equipo analiza los datos recabados durante el paso hacer y observa hasta qué punto los resultados coinciden con las metas establecidas en el paso planear. Si existen limitaciones graves, el equipo reevalúa el plan o suspende el proyecto.

- **Actuar**

Si los resultados son exitosos, el equipo documenta el proceso revisado, a fin de convertirlo en el procedimiento normal para todos los que lo usen. Después, el equipo puede enseñar a otros empleados a usar el proceso revisado. (Krajewski, 2008)

La administración de operaciones siguió progresando con las contribuciones de otras disciplinas, incluidas la ingeniería industrial y la administración científica. Estas disciplinas, junto con la estadística, la administración y la economía, han contribuido de manera sustancial a mejorar modelos y tomar decisiones

## **3.2 Empresas. Definición y clasificación.**

### *3.2.1 Definición de empresa*

Julio García y Cristobal Casanueva (2000) proporcionan la siguiente definición de empresa:

"Entidad que mediante la organización de elementos humanos, materiales, técnicos y financieros proporciona bienes o servicios a cambio de un precio que le permite la reposición de los recursos empleados y la consecución de unos objetivos determinados"

### *3.2.2 Clasificación de empresas*

De acuerdo con García (1998) las empresas pueden clasificarse conforme a su constitución jurídica, estructura política-económica, tamaño y producción. A continuación se explica en qué consiste cada una de ellas.

Las empresas pueden clasificarse conforme a su:

#### **a) Constitución jurídica**

1. Empresas individuales. Un solo propietario. Responsabilidad ilimitada.

## 2. Empresas colectivas. Varios propietarios, denominados socios.

- Sociedad regular colectiva. Responsabilidad ilimitada de todos los socios.
- Sociedad comanditaria. Constituida por socios de responsabilidad personal ilimitada y otros comanditarios cuya responsabilidad se limita a su aportación.
- Sociedades anónimas (por acciones). Responsabilidad limitada a las aportaciones de los accionistas.
- Sociedades limitadas. No hay acciones, sino aportaciones a las que se limita la responsabilidad. Cuenta con dos órganos responsables: el de gestión, formado por los socios gestores, y el deliberante, constituido por la asamblea de socios.

### **b) Estructura política-económica**

- Empresas de interés público. Sus fines son servir para el interés general, sin tomar en cuenta de los demás, o de sus integrantes.
- Empresas estatales. El estado es el empresario; funcionan de la misma manera que una institución privada.
- Empresas privadas. Son propiedad de particulares.
- Empresas mixtas. Propiedad del Estado y de particulares.

### **c) Tamaño**

La clasificación actual establece que el tamaño de la empresa se determinará a partir del obtenido del número de trabajadores multiplicado por 10%; más el monto de las ventas anuales por 90%. Esta cifra debe ser igual o menor al Tope Máximo Combinado de cada categoría, que va desde 4.6 en el caso de las micro, hasta 250 para las medianas. (Secretaría de Economía, 2013)

Tabla 2. Clasificación de las MiPymes de México

Tamaño	Sector	Rango de número de trabajadores	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope máximo* combinado
<b>Micro</b>	Todas	Hasta 10	Hasta \$4	4.6
<b>Pequeña</b>	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4.01 hasta \$100	93
	Industria y servicios	Desde 11 hasta 50	Desde \$4.01 hasta \$100	95
	<b>Mediana</b>	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$4.01 hasta \$100
	Servicios	Desde 51 hasta 100	Desde \$4.01 hasta \$100	235
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde 100.01 hasta \$250	250

Fuente: Secretaría de Economía (2013)

#### d) Producción

- Empresas extractivas (mineras, pesqueras, agrícolas, etcétera)
- Empresas básicas (son empresas que producen materias primas para otras industrias)
- Empresas transformadoras
  - Productoras de bienes de equipo (máquinas, herramientas)
  - Productos de bienes de consumo (calzados, libros, etcétera)
- Empresas productoras de servicios (comercio, educación, turismo, etcétera)

#### 3.2.3 Características de las microempresas mexicanas

De acuerdo con García (1998), las características de la microempresa mexicana son:

- Su organización es de tipo familiar
- Está dirigida y organizada por el propio dueño
- Generalmente su organización es empírica
- Su producción no es automatizada

- La mayoría de sus trabajadores son familiares del dueño, por lo cual se le conoce como empresa familiar.
- Para el pago de impuestos son consideradas como causantes menores

### 3.2.4 Tipos de microempresas

Normalmente, las microempresas son de propiedad y administración de los propios empresarios, que a su vez trabajan ellos mismos o sus familiares.

Según Dobón (2013) las microempresas pueden clasificarse como:

- **De supervivencia.** No poseen capital operativo. Un ejemplo serían las personas que se dedican a la venta ambulante.
- **De expansión:** Generan excedentes para mantener la producción, pero no hay crecimiento. Sería el caso de las pequeñas empresas familiares.
- **De transformación:** Los excedentes permiten acumular capital, pero en este supuesto ya se puede hablar de empresas pequeñas.

### 3.2.5 Ventajas y desventajas de las microempresas

Las microempresas mexicanas tienen un amplio potencial de adaptación y crecimiento en el mercado, de hecho existen muchas posibilidades que le permiten crecer sus beneficios. Sin embargo se todavía se enfrentan a un fuerte reto, de acuerdo con el Piedragil (2014):

- 79% de los problemas de las MiPymes se deben a la falta de experiencia.
- 2 de cada 10 empresarios no están capacitados para gestionar su negocio
- 1.9% del total de las MiPymes ha firmado un convenio con algún centro de investigación

Ante esto, las microempresas mexicanas deben aprovechar las fortalezas que tienen sobre organizaciones más robustas y trabajar por mejorar los puntos débiles. A continuación se enuncian las ventajas y desventajas de estos sistemas productivos.

## Ventajas

- No es necesario crear estrategias ni acciones muy costosas para encontrar resultados.
- Cuentan con mayor flexibilidad, ya que su estructura organizacional no es rígida.
- La toma de decisiones es más rápida que en empresas más grande.
- Tienen un contacto mayor con el cliente y saber lo que necesitan.
- Son fuentes generadoras de empleos.

## Desventajas

- Inseguridad y corrupción del entorno
- Falta de acceso al crédito y a fuentes de financiamiento.
- Bajo nivel de habilidades y conocimientos gerenciales y técnicos
- Baja capacidad para desarrollar competencias innovadoras.

### 3.3 Factores de operación de una empresa

Las operaciones se pueden describir como una serie de factores que se interrelacionan con el objetivo de satisfacer las necesidades de una empresa. Cada función se especializa porque tiene sus propias áreas de conocimientos y habilidades, responsabilidades principales, procesos y dominios de decisión. Sin importar cómo se tracen las líneas, los departamentos y funciones siempre están vinculados mediante los procesos.

De acuerdo con Klein (1965) los factores en los cuáles puede dividirse una empresa son:

- **Dirección**

La tarea de la dirección de una empresa comprende de dos aspectos: establecer las políticas que regulen el funcionamiento de la empresa y dirigir las actividades económicas de la empresa de tal forma que se alcance las metas propuestas. El grado en que la dirección sea capaz de satisfacer estos requisitos determinará en gran medida la productividad y el lugar de la empresa en la comunidad.

- **Entorno**

Su función es mantener oportunamente informada a la empresa sobre los cambios que ocurren en las condiciones externas, para su debida orientación, e informar a su vez al exterior acerca de sus actividades.

- **Productos y procesos**

Consiste en la selección y diseño de los bienes que se han de producir y de los métodos usados en la fabricación de los mismos. Su función es seleccionar, para su producción, los artículos que al mismo tiempo presten servicios a los consumidores, rindan beneficios a la empresa y determinar los procesos adecuados de producción.

- **Financiamiento.**

Se encarga del manejo de los aspectos monetarios y crediticios. Su función es proveer los recursos monetarios adecuados, por su cuantía y origen para efectuar las inversiones necesarias, así como para desarrollar las operaciones de la empresa.

- **Medios de producción**

Inmuebles, equipos, maquinaria, herramientas e instalaciones de servicio. Su función principal es dotar a la empresa de terrenos, edificios, maquinaria y equipo que le permitan efectuar sus operaciones eficientemente.

- **Recursos humanos**

Relacionado con el personal ocupado por la empresa. El objetivo principal de este factor es seleccionar y adiestrar al personal idóneo y organizarlo tratando de alcanzar la óptima productividad en el desempeño de sus labores.

- **Suministros**

Materias primas, materias auxiliares y servicios. Su función es abastecer a la empresa una corriente continua de materiales y servicios de calidades y precios convenientes.

- **Actividad productora**

Transformación de los materiales en productos que pueden comercializarse. Su función es organizar y efectuar las operaciones de producción en forma eficiente y económica.

- **Mercadotecnia**

Orientación y manejo de la venta y de la distribución de los productos. Función: adoptar las medidas que garanticen el flujo continuo de los productos al mercado y que proporcionen el óptimo beneficio tanto a la empresa como a los consumidores.

- **Contabilidad y estadística**

Registro e información de las transacciones y operaciones. Función: establecer y tener en funcionamiento una organización para la recopilación de datos, particularmente financieros y de costos, con el fin de mantener informada a la empresa de los aspectos económicos de sus operaciones.

### **3.4 Productividad**

Uno de los retos de la administración de operaciones consiste en coordinar las funciones de los factores de operación descritos anteriormente para elevar la productividad y manufacturar productos con la mayor eficiencia. A continuación se presentará el concepto “productividad”, las razones que fomentan un mal desempeño en este factor y la forma en que se mide.

La productividad es el valor de los productos (bienes y servicios), dividido entre los valores de los recursos (salarios, costo de equipo y similares) que se han usado como insumos. (Krajewski, 2008)

Generalmente se expresa en forma de cociente:

$$Productividad = \frac{Productos}{Insumos}$$

Si los índices de productividad se determinan a través de la relación producto-insumo, teóricamente existen tres formas de incrementarlos:

- Aumentar el producto y mantener el mismo insumo.
- Reducir el insumo y mantener el mismo producto.
- Aumentar el producto y reducir el insumo simultánea y proporcionalmente.

En la tabla 3 , se presentan las formas en que es posible conseguir un aumento de la productividad en una empresa.

Tabla 3. Formas de incrementar la productividad en las empresas

El reto de incrementar la productividad	
¿Cómo reducir el denominador?	¿Cómo aumentar el numerador?
<p><b>En cuanto a suministros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitando desperdicios</li> <li>• Evitando el mal uso de materiales</li> </ul> <p><b>En cuanto a la fuerza de trabajo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitando tiempo ocioso</li> <li>• Suprimiendo maniobras innecesarias</li> <li>• Evitando el mal uso de la capacidad</li> </ul> <p><b>En cuanto a medios de producción:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduciendo tiempos de paro</li> <li>• Evitando el desgaste prematuro</li> <li>• Cuidando las características físicas o económicas</li> <li>• Reducir mantenimiento correctivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificando el catálogo de la producción (productos obsoletos, mala calidad, disminución en ventas, etc.)</li> <li>• Utilizando subproductos o desperdicios</li> <li>• Evitando rechazos y devoluciones</li> <li>• Evitando la pérdida de ventas</li> </ul>

Fuente: Ingeniería Industrial UNAM, 2010

Independientemente del tipo de sistema productivo, la definición de productividad sigue siendo la misma. El concepto básico de productividad es siempre la relación entre la cantidad y calidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados para producirlos.

### 3.4.1 Factores que afectan la productividad

Un incremento o disminución de la productividad resulta de la combinación de factores internos y factores externos de una empresa. Por ejemplo, una dirección fomenta el incremento de la productividad mediante la fijación de metas, detección y solución de problemas, el desarrollo de planes de acción para eliminar deficiencias y la correcta gestión de los recursos con los que cuenta la empresa.

De acuerdo con García (1998), los siguientes factores son los que más intervienen en la productividad de una empresa:

- **Incapacidad de la dirección para fijar el ambiente y crear el clima apropiado para el mejoramiento de la productividad:** A la dirección se le atribuye 75% de los aumentos de la productividad, puesto que es responsable del uso eficaz de todos los recursos sometidos al control de la empresa. Los estilos y las prácticas de dirección influyen en el diseño organizativo, las políticas del personal, la descripción del puesto de trabajo, la planificación y el control operativo, las políticas de mantenimiento y compras, los costos de capital, los sistemas de elaboración de presupuestos y las técnicas de control de los costos.
- **Problema de los reglamentos gubernamentales:** La reglamentación y corrupción gubernamental cada vez mayor ha tenido efectos negativos en la productividad ya que reduce los recursos de las organizaciones.
- **El tamaño y obsolescencia de las organizaciones:** Tienen un efecto negativo sobre el aumento de la productividad: Cuanto mayor tamaño adquiere una organización, mayores serán los obstáculos a los que se enfrentarán tanto las comunicaciones internas como las externas, la unidad de los propósitos y el cumplimiento de los resultados.
- **Incapacidad para medir y evaluar la productividad de la fuerza de trabajo:** Muchas organizaciones desconocen los procedimientos para evaluar y medir la productividad del trabajo, lo que genera inconformidad entre los empleados.
- **Recursos físicos, métodos de trabajo y factores tecnológicos:** Actúan tanto en forma individual y combinada para restringir la productividad: El área de producción, diseño del producto, la maquinaria y el equipo, así como la calidad de las materias primas que se emplean y la continuidad de su abastecimiento tienen un importante efecto en la productividad.

#### *3.4.2 Criterios para analizar la productividad*

Existe una gran variedad de parámetros que afectan a la productividad, tradicionalmente, la gerencia analizan los factores que se enuncian en la figura 15.

Figura 15. Términos en los que se mide la productividad



Fuente: Ingeniería Industrial UNAM, 2006

### 3.5 Diagnóstico industrial (Análisis factorial)

El análisis factorial es una metodología de diagnóstico industrial que se basa en la interacción de cada uno de los factores de operación (explicados en la sección 3.3) que intervienen en una empresa.

Esta metodología se basa en la identificación de los factores limitados y limitantes que afectan al desempeño técnico, económico y financiero de la empresa. El resultado del diagnóstico se recoge en un informe en el que se detallan las deficiencias encontradas en cada área y se propone un plan de mejora para corregirlas, donde se establecen prioridades y calendario de actuación. El diagnóstico sirve de base a la Dirección para la toma de decisiones, permitiendo seleccionar los proyectos más importantes para mejorar el funcionamiento de la empresa.

#### 3.5.1 Conceptos clave

- **Principio del factor limitante**

Un factor limitante es algo que obstruye el logro de un objetivo deseado. Identificar los factores limitantes de una situación dada permite restringir la búsqueda de alternativas a sólo aquellas que sí los superarán.

El principio del factor limitante establece que mediante la identificación y superación de los factores que se oponen de manera importante a una meta se puede seleccionar el mejor curso de acción. (Koontz, 2012)

- **Principio del factor limitado**

Deberá considerarse poco provechoso todo esfuerzo adicional que se emplee en una función, con la intención de mejorar su rendimiento si antes no se eliminan los obstáculos que otras funciones le anteponen en el camino de su objetivo.

### 3.5.2 Metodología

1. Dividir las actividades realizadas en la empresa en los factores correspondientes. El grado de división depende de la profundidad con la que se desee realizar el estudio. Considerando todos los factores de operación de una empresa, se tiene:

*Tabla 4. Factores de operación de una empresa*

Factores de operación	
a. Medio ambiente.	f. Suministros
b. Dirección	g. Medios de producción
c. Productos y procesos.	h. Actividad productora
d. Financiamiento.	i. Mercadotecnia
e. Recursos humanos	j. Contabilidad y estadística.

2. Elaborar una escala que represente el grado de satisfacción de cada factor.

*Tabla 5. Escala empleada en el análisis factorial*

Escala	Significado	Columna
1	Muy bueno	A
0.5	Regular	B
0.25	Limitado	C
0	Inexistente	D

El valor mínimo en la escala es cero, indica que por el tamaño o administración de la empresa no se realizan ciertas actividades, sin embargo, la omisión de estas prácticas resta eficiencia a la empresa. El valor máximo en la escala es uno, esto indica, que se realizan las actividades correspondientes a ese factor se desarrollan de manera óptima.

3. Dividir en actividades cada una de los factores y evaluar. Se describen las actividades desarrolladas por cada factor y se evalúan con ayuda de la escala proporcionada en el punto anterior. Suponiendo que el factor "Dirección" se compone sólo de cuatro actividades se tiene:

Tabla 6. Actividades a evaluar del factor "Dirección"

Factor	Dirección	A	B	C	D
1	¿Se tiene una persona dedicada a la dirección de la organización?	x			
2	¿Se formulan estrategias por parte de la dirección para aumentar los beneficios de la empresa?		x		
3	¿Se tienen definidas la misión, la visión y los valores de la organización?		x		
4	¿Conoce el personal la misión y visión de la organización?			x	

4. Cuando fueron marcadas las columnas B o C se buscará la causa de dicha limitación, se utilizará una columna más para anotar el factor limitante.

Tabla 7. Identificación de factores limitantes

Factor	Dirección	A	B	C	D	Factor limitante
1	¿Se tiene una persona dedicada a la dirección de la organización?	x				
2	¿Se formulan estrategias por parte de la dirección para aumentar los beneficios de la empresa?		x			DIR
3	¿Se tienen definidas la misión, la visión y los valores de la organización?		x			
4	¿Conoce el personal la misión y visión de la organización?			x		DIR , RH

5. Se suma el número de anotaciones de cada columna para calcular la eficiencia. La eficiencia de cada factor se obtiene multiplicando el número de anotaciones de cada una de las columnas por la ponderación dada a las mismas, entre el número de subdivisiones.

$$Eficiencia = \frac{\sum A (1.00) + \sum B (0.5) + \sum C (0.25) + \sum D (0)}{n(1.00)} \times 100$$

La deficiencia se calcula:

$$Deficiencia = 100 - Eficiencia$$

Siguiendo con el ejemplo de dirección:

Tabla 8. Valores utilizados para calcular la eficiencia del área Dirección

Columna	Escala	Número de anotaciones
<b>A</b>	1	1
<b>B</b>	0.5	2
<b>C</b>	0.25	1
<b>D</b>	0	0
<b>Total</b>	-	4

$$Eficiencia = \frac{\sum 1 (1.00) + \sum 2 (0.5) + \sum 1 (0.25) + \sum 0(0)}{4(1.00)}$$

$$Eficiencia = 56.25 \%$$

$$Deficiencia = 100 - 56.25\% = 43.75 \%$$

6. Obtener el porcentaje de limitación (F).

Se divide la unidad entre el número de factores que se marcaron en la columna “factor limitante”. Como se observa en la tabla 9, se tienen tres anotaciones (dos corresponden a dirección y uno a recursos humanos)

Tabla 9. Datos para obtener porcentaje de limitación

Factor limitante	Número de anotaciones
<b>Recursos humanos</b>	1
<b>Dirección</b>	2
<b>SUMA</b>	3

Con la información anterior se obtiene:

$$F = \frac{1}{\sum L} \times 100 = \frac{1}{3} \times 100$$

$$F = \frac{1}{\sum L} = 33.33\%$$



Un dato importante que provee esta metodología es la limitación global por área, para calcularlo se siguen los siguientes pasos:

1. Se suman todos los porcentajes de limitación obtenidos por cada uno de los factores.
2. Se obtiene la suma del porcentaje de limitación que obtuvo cada factor por separado.
3. Se obtiene la limitación global de cada área:

$$\text{Limitación global de cada área} = \frac{\text{Sumatoria de los porcentajes de limitación de cada factor operativo}}{\text{Sumatoria de todos los porcentajes de limitación}}$$

### 3.5.3 Mejora en áreas de oportunidad

Al aplicar el análisis factorial, se puede conocer la situación actual de la empresa y las áreas que necesitan corrección para mejorar su eficiencia. A continuación se enuncian las etapas que se siguen para elaborar un plan de mejora.

1. Formulación de propuestas de mejora

Después de analizar los resultados obtenidos en el diagnóstico industrial, se requiere la formulación de propuestas para aumentar la eficiencia de cada una de los factores de operación. Es recomendable iniciar por los factores que representen mayor limitación en el sistema productivo (limitación global alta). Las propuestas deben contener: las actividades que se desean mejorar, costo y tiempo aproximado de su ejecución e indicadores que permitan medir el desempeño.

2. Evaluación y selección de propuestas

Después de la formulación de propuestas, se procede a la evaluación de las mismas. Se seleccionan las que sean más factibles respecto a complejidad de implementación, menor uso de recursos humanos, costos y prioridades de la empresa.

3. Implementación

Se forma un equipo de mejora que ejecute las propuestas seleccionadas en el paso anterior. En esta fase es importante contar con el respaldo de la dirección y los recursos humanos. Esto ayuda a disminuir la resistencia al cambio y aumenta las probabilidades de éxito.

#### 4. Seguimiento y evaluación de resultados

De acuerdo con las metas establecidas y su medición con los indicadores de desempeño, se verifica que los cambios efectuados hayan tenido una repercusión positiva en el sistema productivo. En caso contrario, se necesitan hacer los ajustes necesarios para atender a los problemas.

#### 5. Estandarización.

Al tener buenos resultados se define que los problemas a resolver están bajo control por lo que se debe llegar a documentarlo en procedimientos o prácticas registradas por la empresa. Esto con el fin de que no se pierda la mejora y las nuevas personas sean entrenadas con estos nuevos procedimientos.

#### 3.5.4 Ventajas y desventajas del análisis factorial

Como toda metodología el análisis factorial es susceptible a mejoras. A continuación se presentan las ventajas y desventajas de esta técnica.

*Tabla 12. Ventajas y desventajas del análisis factorial*

Ventajas	Desventajas
Es aplicable a cualquier tipo de empresa.	Depende del criterio del analista y del responsable de cada área.
Es una técnica que provee resultados cuantitativos.	No da información sobre problemas específicos que tenga la empresa. Debe complementarse con otras técnicas como Diagrama de Ishikawa o Diagramas de proceso.
Ayuda a observar como la empresa como un sistema donde se considera la relación de cada área funcional.	
Es una técnica económica y el análisis de resultados es sencillo.	

Fuente: Elaboración propia, 2015

## 4. METODOLOGÍA CANVAS PARA EL DISEÑO DE MODELOS DE NEGOCIO

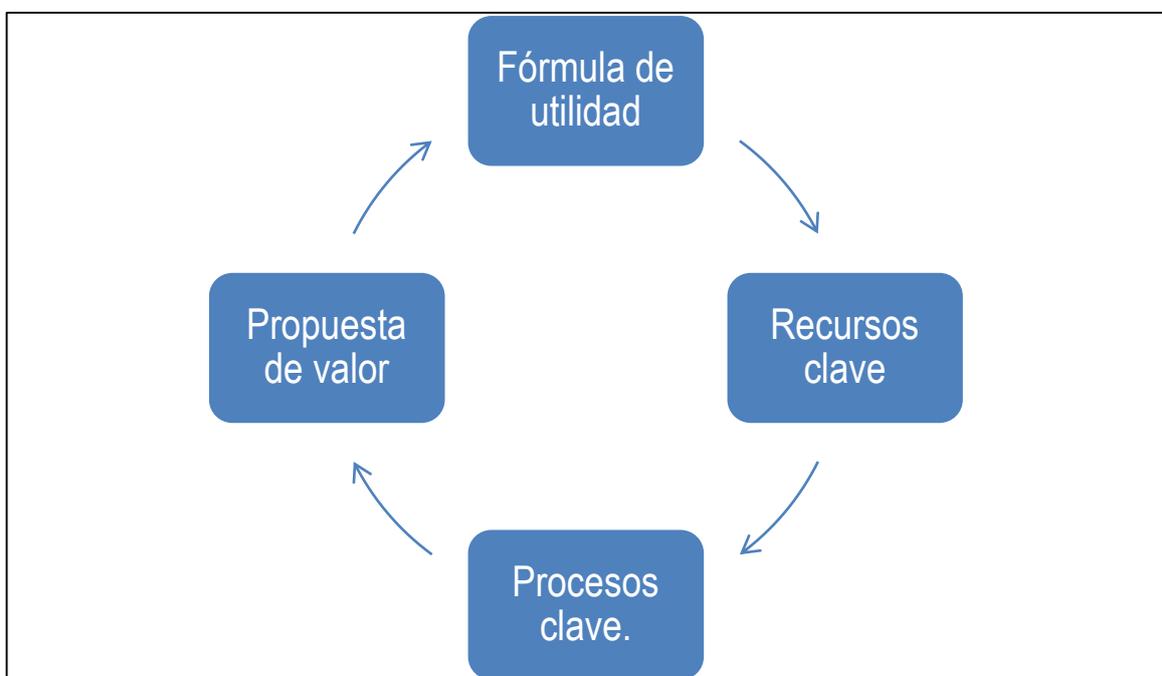
### 4.1 Concepto de “modelo de negocio”

#### 4.1.1 Definición de Johnson y Kagermann

Johnson y Kagermann (2008) definen un modelo de negocio como “la relación de cuatro elementos interconectados, que juntos, crean y entregan valor para el cliente”

Los cuatro elementos se muestran en la siguiente figura:

Figura 16. Modelo de negocio según Johnson y Kagermann



Fuente: Johnson y Kagermann, 2008.

A continuación se explica la relación de los cuatro bloques seleccionados anteriormente.

- **Propuesta de valor**

Consiste en diseñar una oferta de productos que solucione un problema o satisfaga una necesidad de un cliente meta.

- **Fórmula de utilidad**

Se compone de cuatro factores que permitirán a una empresa generar utilidades.

- a. Modelo de ingresos: Se identifica cuánto dinero puede generar la empresa (recordar que los ingresos resultan de la multiplicación del precio de venta por el volumen de ventas).
- b. Estructura de costos: Como son asignados los costos. Se incluyen los costos de los activos, costos directos e indirectos y las economías de escala.
- c. Margen de contribución: Dados el volumen de ventas y la estructura de costos esperados, determinar cuál es la contribución necesaria por cada transacción con el objetivo de alcanzar las utilidades deseadas.
- d. Velocidad de recursos: Como deben transformarse los inventarios, activos fijos y los recursos que se utilicen para lograr la producción deseada y alcanzar las utilidades.

- **Recursos clave.**

Activos necesarios para para entregar a los clientes la propuesta de valor desarrollada. Se incluyen: personas, tecnología, equipo, información, canales, alianzas y socios y marca.

- **Procesos clave:**

Incluyen las reglas, métricas y estándares para que la entrega de valor sea rentable, repetible y escalable.

Dentro de esta categoría se encuentran:

- a. Procesos: Diseño y desarrollo de productos, logística, manufactura, mercadotecnia, capacitación y contratación de recursos humanos, investigación.
- b. Reglas, métricas y estándares: márgenes requeridas para inversión, políticas de crédito, tiempos de espera, políticas de evaluación y selección de proveedores.

#### 4.1.2 Definición de Osterwalder

La definición más aceptada en el mundo empresarial, es la proporcionada por Osterwalder. De acuerdo con Osterwalder (2011), “un modelo de negocio describe las bases sobre las que una empresa crea, proporciona y capta valor”.

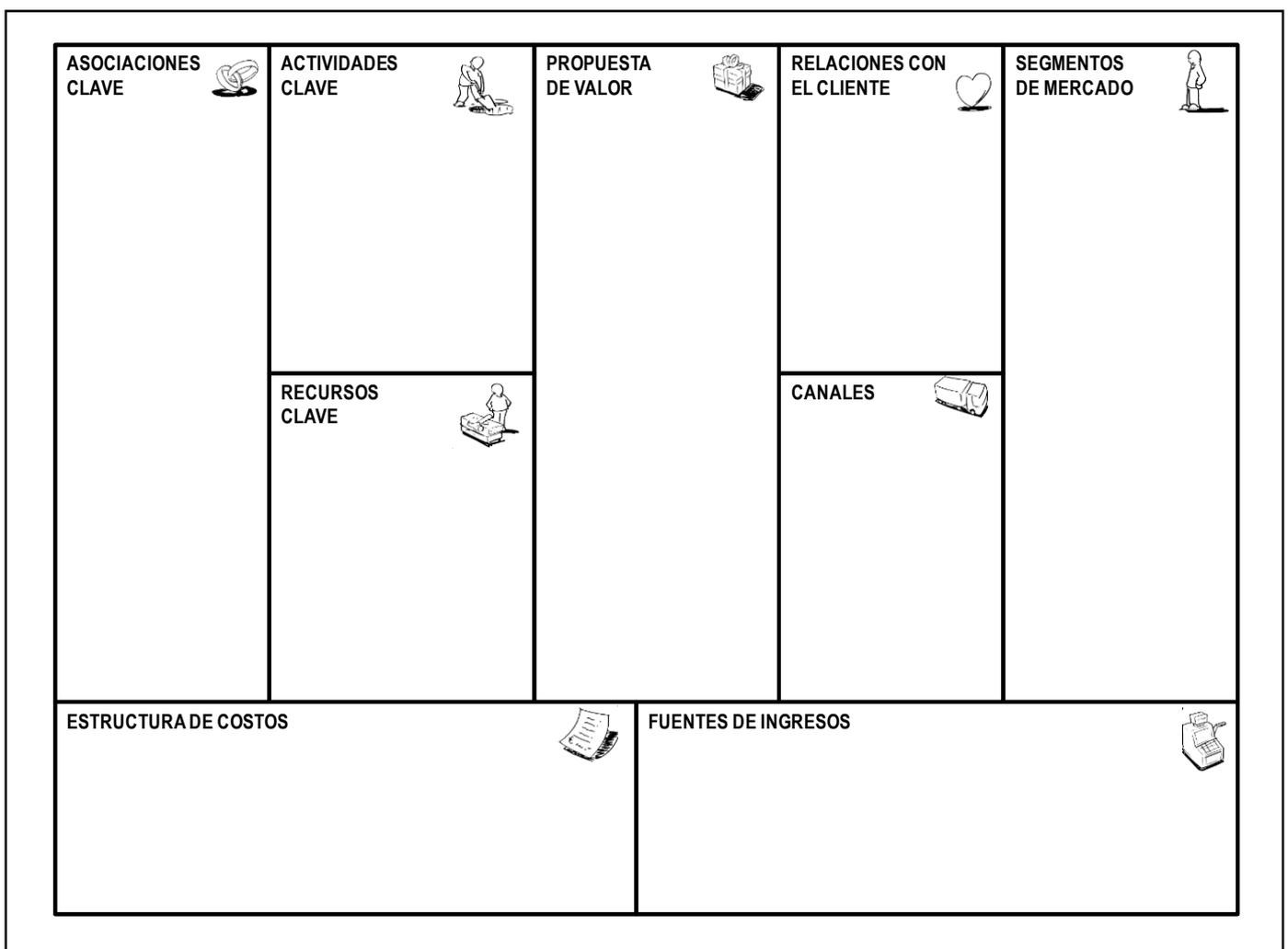
Sin embargo, las definiciones proporcionadas por Osterwalder y Johnson son totalmente compatibles. La única diferencia radica en la forma en que describen los elementos que conforman un modelo de negocio.

#### 4.2 Lienzo de Modelo de Negocio (Canvas)

Alex Osterwalder e Yves Pigneur publicaron en 2011 el libro “Generación de Modelos de Negocio”, en esta obra se presentó una herramienta para entender los modelos de negocio llamada “lienzo de modelo de negocio” (del inglés *bussiness model canvas*)

De acuerdo con la metodología propuesta por Osterwalder, el modelo de negocio de una empresa se puede describir mediante nueve módulos básicos que reflejen la lógica que sigue una empresa para conseguir ingresos. Estos bloques se agrupan en una herramienta llamada “Lienzo de Modelo de Negocio”, la cual se representa en la figura 17.

Figura 17. Lienzo de Modelo de Negocio ("Canvas")



Fuente: Osterwalder, 2011

Estos nueve módulos cubren las cuatro áreas principales de un negocio: clientes, oferta, infraestructura y viabilidad económica.

A continuación se describe detalladamente en qué consiste cada bloque del lienzo de modelo de negocio.

### 1. Segmentos de mercado

Corresponden a los clientes principales a los cuales atiende una empresa. Se responde a la pregunta ¿Para quién se crea valor? Es importante que una empresa describa el perfil demográfico, psicológico y socio-económico de sus segmentos de clientes. Esto ayuda a comprender mejor sus necesidades y a diseñar mejores productos y estrategias de mercadotecnia.

A continuación se presentan las formas más comunes en que se clasifican los segmentos de mercado a los cuales puede atender una empresa:

- **Mercado de masas**

Se centran en el público en general. La propuesta de valor y los canales de distribución se centran en un gran grupo de clientes que tienen necesidades y problemas similares. (Osterwalder, 2011). Por ejemplo, una tortillería o tienda de abarrotes atiende a un mercado de masas.

- **Nicho de mercado**

Modelos de negocio que atienden a segmentos específicos y especializados. Las propuestas de valor, canales de distribución y las relaciones con los clientes se adaptan a los requisitos específicos de una fracción del mercado. Estos modelos de negocio son frecuentes en las relaciones proveedor - cliente (Osterwalder, 2011). Por ejemplo, las empresas dedicadas a la fundición tienen que adoptar sus procesos a las necesidades de cada cliente: empresas agrícolas, fábricas de automóviles y empresas panificadoras.

- **Mercado segmentado**

Negocios que atienden al mismo a diferentes segmentos de mercado con necesidades y problemas ligeramente diferentes. Por ejemplo, El banco Santander adapta sus servicios bancarios a diferentes tipos de cliente: personas con tarjetas de débito y crédito, préstamos a pequeñas y medianas empresas y fondos de inversión. Otro ejemplo común son los hoteles: ofrecen servicios para viajes individuales y adaptan una oferta especial para viajes en grupo o empresariales.

- **Mercado diversificado**

Una empresa que tenga un modelo de negocio diversificado atiende a dos segmentos de mercado que no están relacionados y que presentan necesidades y problemas muy diferentes (Osterwalder, 2011). Es el caso de amazon.com que, en 2006, decidió diversificar el comercio en línea con la oferta de almacenamiento de archivos en línea. Así, amazon.com empezó a prestar servicio a un segmento de mercado totalmente diferente (las empresas web) con una propuesta de valor totalmente distinta. El fundamento estratégico de esta diversificación se encuentra en la potente infraestructura informática de amazon.com, que hace posible su uso compartido para las operaciones de venta al por menor y el nuevo servicio de almacenamiento.

- **Mercados multilaterales**

Algunas empresas se dirigen a dos o más segmentos de mercado interrelacionados. Una empresa de tarjetas de crédito necesita una gran base de clientes y una gran base de comercios que acepten sus tarjetas. Por ejemplo, Apple consolidó su estrategia multilateral con el lanzamiento de la tienda App Store para iPhone, en esta tienda los usuarios pueden realizar búsquedas, comprar y descargar aplicaciones directamente desde la tienda de iTunes Store e instalarlas en sus teléfonos iPhone. Los desarrolladores de aplicaciones deben vender todos sus productos a través de la tienda App Store y Apple se queda con una comisión del 30% de cada venta.

## 2. Propuesta de valor

Las propuestas de valor son un conjunto de productos o servicios que satisfacen los requisitos de un segmento de mercado determinado. En este sentido, la propuesta de valor constituye una serie de ventajas que una empresa ofrece a los clientes.

Algunas propuestas de valor pueden ser innovadoras y presentar una oferta nueva o rompedora, mientras que otras pueden ser parecidas a ofertas ya existentes e incluir alguna característica o atributo adicional. De acuerdo con Osterwalder (2011), algunos ejemplos de propuestas de valor son:

- **Novedad**

Son propuestas que satisfacen necesidades inexistentes y los clientes no percibían porque no había una oferta similar. Apple abrió un nuevo mercado con las tabletas electrónicas (iPad, diseñando un dispositivo más grande que un teléfono celular y más pequeño que una computadora; ideal para leer documentos, revisar correos electrónicos y consultar páginas web.

- **Personalización**

Diseñar productos que se adapten a las necesidades específicas de cada cliente. Por ejemplo, los gimnasios exclusivos, además de vender estatus, ofrecen la posibilidad de contar con un asesor personalizado para el cliente de acuerdo a sus intereses.

- **Diseño**

Un producto puede destacar por la superior calidad de su diseño. En los campos de la moda y la electrónica de consumo, el diseño puede constituir una parte esencial de la propuesta de valor.

- **Marca/estatus**

Algunos clientes pueden sentirse bien con el sencillo hecho de utilizar y mostrar una marca específica. Esta una de las propuestas de valor de Starbucks, que ofrece café a un precio más elevado, además de espacios para convivir y realizar tareas.

- **Precio**

Es una propuesta que ofrece un valor similar a un producto existente, pero a un precio menor. Los modelos de bajo costo han cobrado interés durante los últimos años. Por ejemplo, el gimnasio SmartFit ofrece los equipos modernos para realizar ejercicio, no ofrece entrenadores personales y otros valores agregados como lo hacen otros gimnasios, esto ha permitido que ingrese como una línea de gimnasios “low cost” al recortar costos operativos.

- **Reducción de costos**

Otra forma de crear valor es ayudar a los clientes a reducir costos. Por ejemplo, la empresa *Kinchink* ([www.kichink.com](http://www.kichink.com)) ofrece la posibilidad de que una empresa tenga su tienda virtual alojada en su plataforma, la gestión y envíos de sus pedidos, a cambio de una pequeña comisión por cada transacción. Con esto, disminuyen los costos fijos de las empresas que desean vender en línea sus productos.

Otras propuestas de valor son: reducción de riesgos, accesibilidad y comodidad.

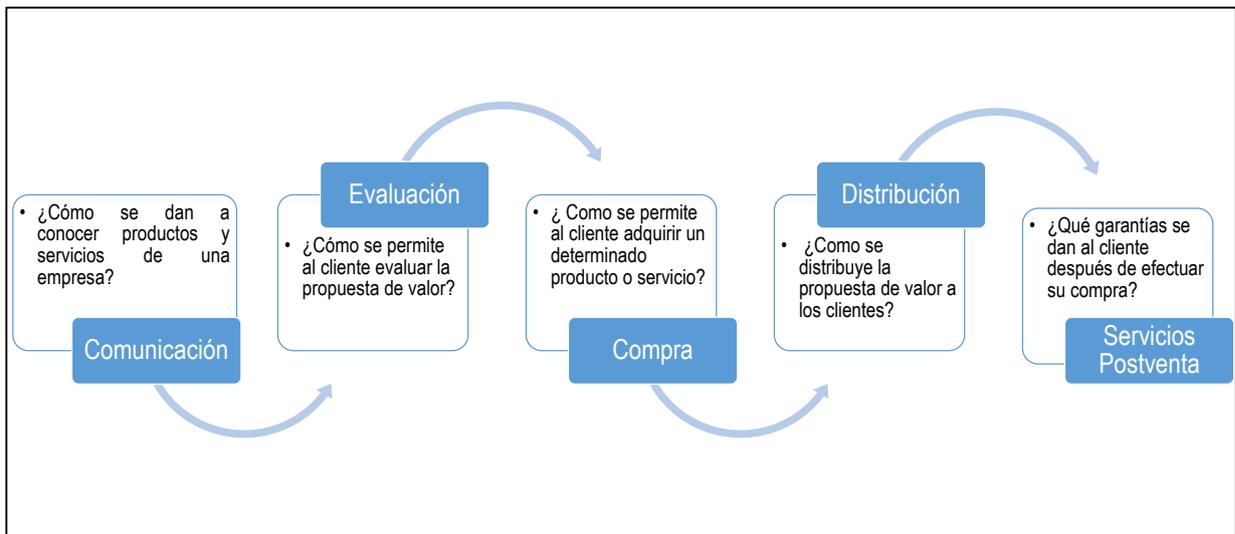
### 3. Canales

La función de los canales es difundir e informar sobre la oferta de una empresa. Permite a los clientes la compra o el acceso a determinados productos o servicios y propiciar un servicio postventa. Una empresa puede tener canales propios (fuerza de ventas, ventas en línea y tiendas propias) y canales asociados (tiendas ajenas y

distribuidores). Por ejemplo, los productos orgánicos “Aires del Campo” cuentan con sus propias tiendas físicas, una tienda en línea y están disponibles en tiendas de autoservicio como Wal-Mart y Superama.

En la figura 18 se muestran las fases del canal de una empresa.

Figura 18. Etapas del canal de una empresa



Fuente: Osterwalder, 2011

#### 4. Relaciones con clientes

Las empresas deben definir el tipo de relación que desean establecer con cada segmento de mercado. La relación puede ser personal o automatizada. Las relaciones con los clientes pueden estar basadas en los fundamentos siguientes:

- **Captación de clientes.** Se desarrollan estrategias para que el mercado se entere de la propuesta de valor de la empresa. Por ejemplo, las empresas dedicadas a la venta de software dan treinta días gratis a los usuarios para que conozcan el programa.
- **Fidelización de clientes.** Después de que los clientes adquirieron el producto, una empresa debe desarrollar estrategias para que el cliente regrese. Las tarjetas de lealtad ilustran este punto, las empresas otorgan a sus clientes diferentes descuentos conforme van acumulando compras. Las cafeterías como VIPS y Starbucks cuentan con este tipo de programas.
- **Asistencia individual.** Se basa en la interacción humana. El cliente habla con un representante de la empresa para recibir más información sobre los productos o resolver un problema.

- **Asistencia personal exclusiva.** Un representante del servicio de atención al cliente se dedica específicamente a un cliente determinado. La banca privada ha mantenido este esquema: a los clientes con mayores ingresos asignan banqueros personales para atender cualquier tipo de situaciones.
- **Autoservicio.** La empresa no mantiene una relación directa con los clientes, sino que se limita a proporcionar todos los medios necesarios para que los clientes puedan servirse ellos mismos. Los grandes supermercados han mantenido esta relación durante años.
- **Comunidades.** Con el uso de las redes sociales y servicios de mensajería instantánea resulta barato el uso de este tipo de relación. Las empresas cada vez se preocupan más por crear sitios donde sus clientes puedan intercambiar experiencias de marca, recomendaciones a los productos y quejas.
- **Co-creación de productos.** En esta relación el cliente participa en el diseño de nuevos productos aportando sugerencias o eligiendo sus diseños favoritos.

## 5. Fuentes de ingresos.

Se identifican las actividades que generan ingresos para la empresa, así como las estrategias escogidas para la fijación de precios. Las formas para generar ingresos son:

- **Venta de activos.** Se venden los derechos de propiedad sobre un producto físico. Por ejemplo: Gandhi vende libros, Martí vende ropa deportiva y Lumen vende artículos de papelería.
- **Cuota por uso.** Se basa en el uso de servicios determinado, entre más se usa más se paga. La telefonía móvil ha utilizado esta fuente de ingresos a través de las fichas de prepago o los planes tarifarios.
- **Cuota por suscripción.** El cliente paga una cuota fija en un periodo de tiempo determinado (mensual, semestral o anual) y tiene acceso ilimitado al producto. Los gimnasios cobran una cuota a sus clientes cada mes. Netflix da la libertad de consultar sus películas y series todo el día a cambio de una cuota mensual.
- **Préstamo / alquiler.** Esta fuente de ingresos surge de la concesión temporal, a cambio de una tarifa, de un derecho exclusivo para utilizar un activo determinado durante un período de tiempo establecido. Para el prestamista, la ventaja de este tipo de negocio es que genera ingresos recurrentes. A su vez,

los que disfrutan del servicio pagan únicamente por un tiempo limitado, no tienen que asumir el coste íntegro de su propiedad.

- **Concesión de licencias.** Se concede el permiso para utilizar la propiedad intelectual de un producto a cambio del pago de una licencia. Este método es común en la industria tecnológica: Los propietarios de las patentes conceden a otras empresas el derecho de uso de una tecnología patentada a cambio del pago de una licencia.
- **Publicidad.** Esta fuente de ingresos resulta de los pagos que se hacen por publicidad de un producto. La industria del cine y televisión ha utilizado ampliamente esta técnica.

#### 6. Recursos clave.

Activos necesarios para desarrollar las actividades clave en un negocio. Los recursos pueden ser físicos, intelectuales, humanos y económicos.

*Figura 19. Recursos claves de una empresa*



Fuente: Osterwalder, 2011

## 7. Actividades clave

Procesos internos que se realizan para entregar al cliente los productos o servicios prometidos. Las actividades clave pueden dividirse en tres categorías: producción, resolución de problemas y de plataforma. Las actividades de producción están relacionadas con el diseño, manufactura y entrega de productos. Actualmente, los modelos de negocio requieren procesos de calidad para entregar un valor superior al cliente. Otras empresas se dedican a la resolución de problemas; tal es el caso de los hospitales, consultorías y otras empresas de servicio. Los negocios que utilicen sitios en Internet para llegar a sus clientes tienen que desarrollar actividades para sostener y mejorar la plataforma virtual que utilizan.

## 8. Asociaciones clave

Son los agentes externos con los que se necesita trabajar para hacer posible el funcionamiento del modelo de negocio. Se incluyen alianzas entre empresas no competidoras, alianzas estratégicas con empresas competidoras, relaciones cliente-proveedor para obtener fiabilidad en los suministros y empresas conjuntas para arrancar nuevos negocios.

## 9. Estructura de costos

En este módulo se describen los principales costos en los que se incurre al trabajar con un modelo de negocio determinado. Estos costos son relativamente fáciles de calcular una vez que se han definido los recursos clave, las actividades clave y las asociaciones clave.

Es importante distinguir el modelo de negocio que quiere seguir una empresa para definir su estructura de costos. Un modelo de negocio impulsado por los costos buscará recortar los gastos en la mayor cantidad posible, esto podrá garantizar un precio de producto más bajo. Un modelo de negocio impulsado por el valor no considera que los costos sean una prioridad. Estas empresas dan propuestas de valor elevadas y con un grado elevado de personalización.

Figura 20. Clasificación de costos clave de una empresa



Fuente: Osterwalder, 2011

### 4.3 Herramientas para el diseño de modelos de negocio

Uno de los objetivos de la tesis consiste en rediseñar el modelo de negocio de una microempresa de fundición. En esta sección se describen técnicas y herramientas que favorecen la creación de modelos de negocio más innovadores. Se presentan cuatro técnicas de diseño de modelos de negocio presentadas por Osterwalder (2011): aportaciones de clientes, ideación (lluvia de ideas), pensamiento visual, creación de prototipos y narración de historias.

#### 1. Aportaciones de los clientes

El modelo de negocio de una empresa puede mejorarse a través de las sugerencias de los clientes. Se pueden descubrir nuevos segmentos de mercado y propuestas de valor. Una empresa que no considere la voz del cliente para analizar su oferta de productos y servicios está condenada al fracaso. El enfoque donde un empresario fabrica un artículo y hace lo posible por venderlo debe cambiar al enfoque donde realmente se resuelva un problema.

## 2. Ideación

La ideación tiene como propósito generar nuevas ideas de negocio y seleccionar las mejores para analizar. Cuando se realiza el proceso de ideación se dejan las limitaciones y se fomenta la creatividad dentro de una empresa. La ideación tiene dos fases: síntesis y selección. En la síntesis lo importante es la cantidad de ideas que surjan (no existe límite de creatividad) y en la selección, el equipo de trabajo escoge las ideas que se adapten a las necesidades. Al momento de decidir las mejores ideas, las empresas tienen que ponderar el grado de innovación, costo, grado de innovación y generación de ingresos.

## 3. Pensamiento visual

Se entiende por pensamiento visual el uso de herramientas visuales como fotografías, esquemas, diagramas y notas autoadhesivas para crear significado y establecer un debate al respecto. La representación gráfica de un modelo de negocio convierte las premisas tácitas en información explícita. Esta representación crea un modelo tangible, abierto a un debate más claro y a posibles cambios. Las técnicas visuales dan vida a un modelo de negocio y facilitan la creación colaborativa.

## 4. Creación de prototipos

Los prototipos de modelos de negocios potenciales son herramientas que tienen como objetivo el debate, el análisis y la corrección del concepto. Un prototipo busca convertir la idea en algo tangible. Es importante incluir los elementos básicos para que el cliente o inversor tengan una idea de las fortalezas y errores del producto, porque los cambios iniciales durante el desarrollo de un proyecto son menos costosos que si se realizan más tarde.

## 5. Narración de historias

Se puede considerar la narración de historias como una de las herramientas más importantes para captar usuarios. Esta técnica es clave para que el usuario comparta un vínculo emocional con las marcas. El planteamiento de la narración de historias no es persuadir hablando de las características y virtudes de un producto para captar usuarios, sino que el objetivo es conectar con la parte emocional del usuario.

Los objetivos de la narración de historias son la descripción y la comprensión de los modelos de negocio, debido a que su poder explicativo es mayor que los de otras técnicas vistas anteriormente. La narración de historias puede tomar la forma de un discurso acompañado de imágenes, un videoclip o tira cómica.

## 5. CASO DE ESTUDIO: FUNDICIÓN EL AHORRO.

### 5.1 Descripción de la empresa

#### 5.1.1 Ubicación, giro y tamaño.

Fundición “El Ahorro” está ubicada sobre calle 23 de Julio de 1859 en la Colonia Leyes de Reforma, Delegación Iztapalapa. La organización está registrada como una microempresa que se dedica a la industria de fundición en pequeño (elaboración de herramientas y maquinaria en general). Su plantilla laboral es de doce personas.

#### 5.1.2 Principales productos y clientes

Principalmente, se elabora hierro gris; la planta también cuenta con hornos para fundir aluminio y cobre. Sin embargo, la demanda de piezas elaboradas de aluminio y cobre es baja. Fundición “El Ahorro” tiene como clientes principales a otras empresas que buscan refacciones para su maquinaria.

Tabla 13. Principales clientes de Fundición "El Ahorro"

Cliente	Productos
<b>Panificadora Mexcort</b>	Equipamiento para industria panificadora: cortadora, batidora, revoladora, amasadora, decoradores de pastel.
<b>Papeleras Iruña</b>	Refacciones para maquinaria (hechas de hierro gris)
<b>Industrias Tecnológicas Aplicadas</b>	Cajas para contactos
<b>Formas, moldes y maquinarias.</b>	Maquinaria para fabricar tubos y tabiques.

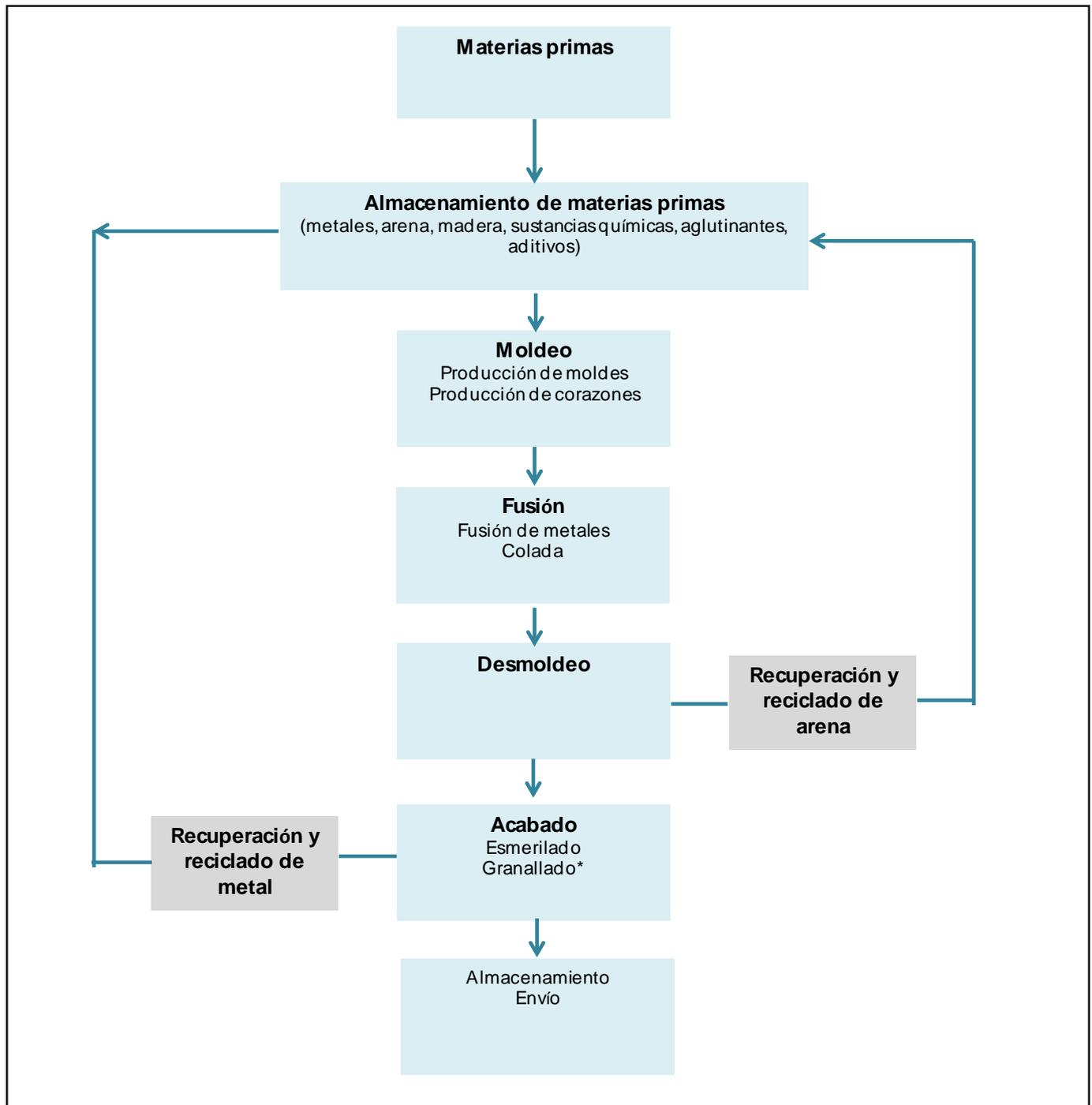
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Fundición “El Ahorro”, 2015

Otros clientes con los que cuenta la empresa son talleres mecánicos de la zona, personas que requieren trabajos de piezas decorativas y empresas agrícolas.

## 5.2 Principales procesos desarrollados en Fundición “El Ahorro”

Los procesos desarrollados en la empresa se resumen en la figura 21. Las actividades realizadas por la fundidora son de carácter artesanal.

Figura 21. Procesos de producción que se desarrollan en Fundición “El Ahorro”



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Fundición “El Ahorro”, 2015

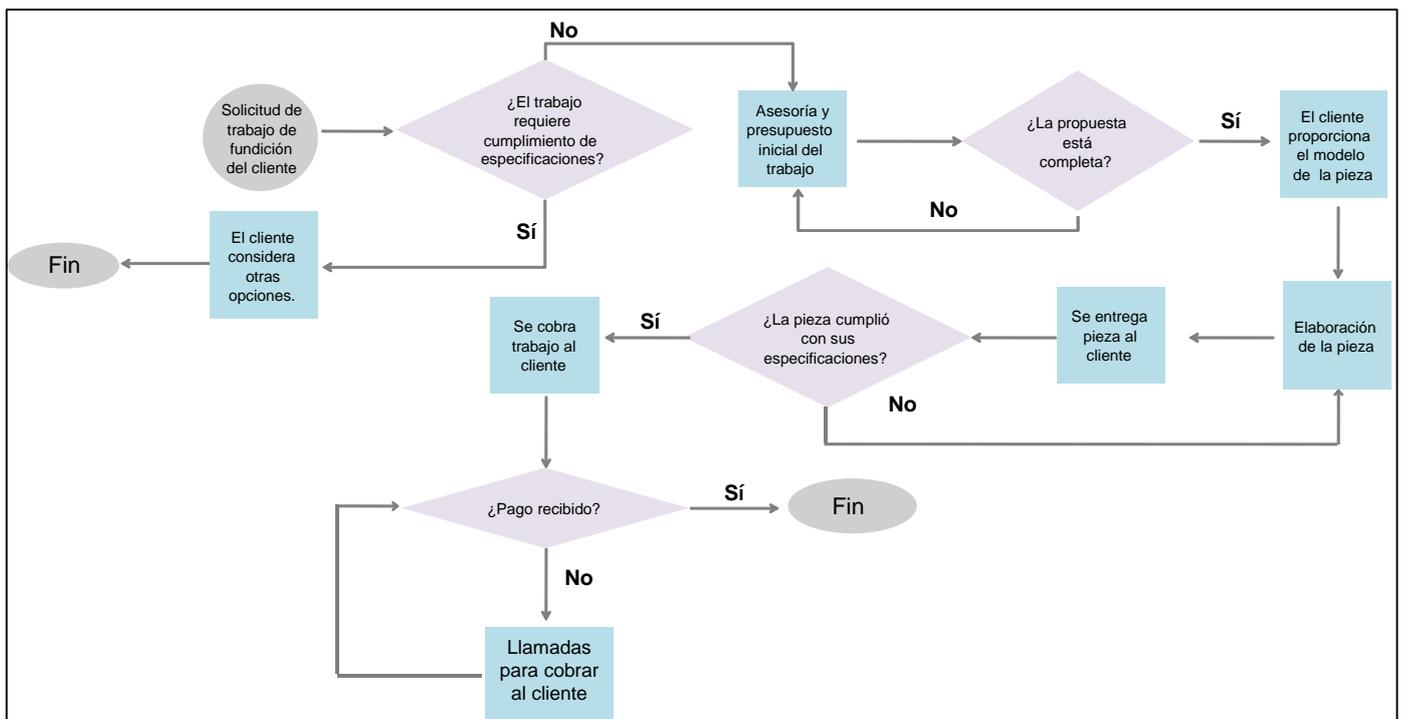
### 5.2.1. Especificaciones del producto

El cliente llega a la empresa y solicita la elaboración de un producto por fundición, proporcionando:

- Dimensiones finales de la pieza
- Modelo de fundición
- Condiciones en que estará sometida la pieza (esfuerzos mecánicos y medio ambiente)

En este punto la dirección da asesoría al cliente para acordar el precio del producto y las condiciones de entrega. En la figura 22 se muestra el proceso de ventas efectuado en Fundición El Ahorro:

Figura 22. Proceso de ventas efectuado en Fundición “El Ahorro”



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Fundición “El Ahorro”, 2015

### 5.2.2 Abastecimiento y almacenamiento de materias primas

La chatarra que se emplea en los proceso proviene de piezas automotrices y maquinaria utilizada en la industria textil. En la tabla 14 se muestran los insumos empleados con sus respectivos proveedores.

Tabla 14. Principales insumos y proveedores de Fundición "El Ahorro"

Insumos	Proveedor
<b>MATERIA PRIMA</b>	
<b>Chatarra de hierro gris</b>	Diferentes depósitos chatarreros.
<b>Piezas automotrices: motores y tambores.</b>	
<b>Piezas de maquinaria textil</b>	
<b>INSUMOS</b>	Insumos Básicos
<b>Silicio</b>	
<b>Arena Shell</b>	
<b>Arena para moldeo en verde</b>	
<b>Polvo escoriador</b>	
<b>Coque</b>	
<b>Grafito</b>	
<b>Piedra caliza</b>	
<b>Aglutinante</b>	
<b>Bentonita</b>	
<b>Gas</b>	Gaseras de la ciudad
<b>CO<sub>2</sub> (para corazones)</b>	Gases Infra

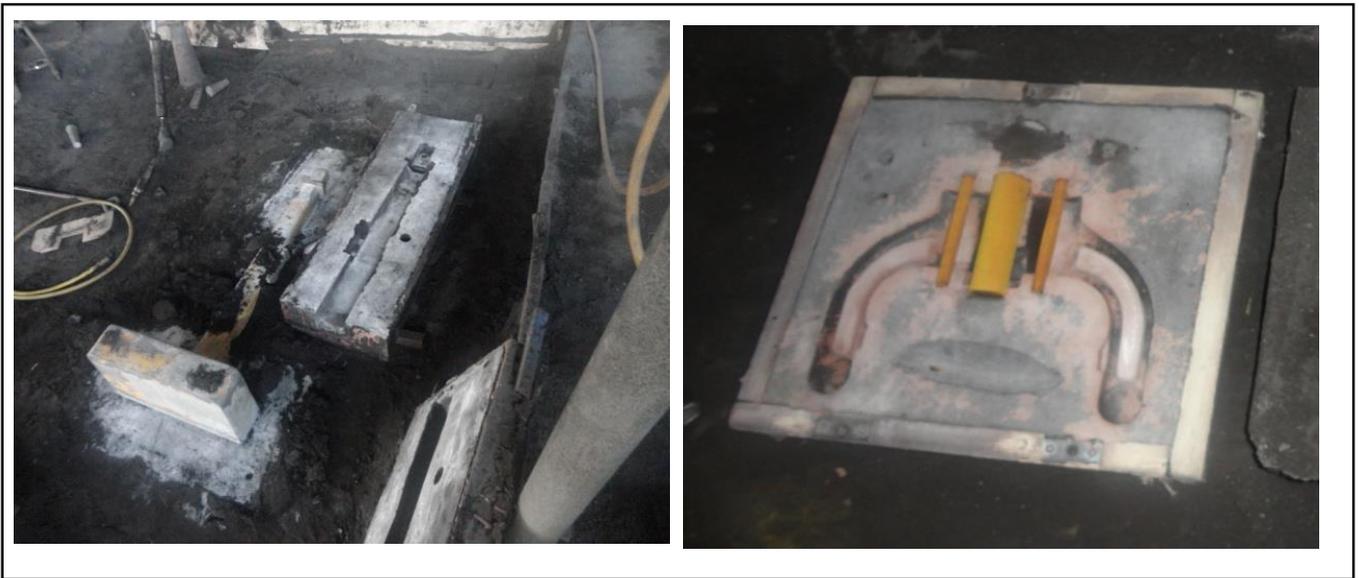
Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Fundición "El Ahorro", 2015

Sólo una vez se aplicaron estudios de composición química a la chatarra empleada. Se conoce que la chatarra automotriz genera un hierro gris con mayor resistencia mecánica y la chatarra textil propicia un hierro gris con mayor ductilidad. La combinación de las distintas chatarras se efectúa de acuerdo al conocimiento del proceso. No se tienen caracterizadas las materias primas que se emplean. En la empresa no se llevan a cabo ensayos mecánicos, estudios de composición química ni metalográficos. En el proceso no se considera el diseño de sistemas de colada.

### 5.2.3. Moldeo

En Fundición “El Ahorro” se llevan a cabo dos procesos de moldeo: en verde y de corazones. En la planta no determinan las propiedades físicas (permeabilidad, resistencia al corte, impacto y tensión). Los procesos de moldeo no se encuentran documentados y dependen totalmente de la experiencia de los operarios responsables.

*Figura 23. Moldeo en verde en Fundición “El Ahorro” Moldeo de un pedestal (izquierda) y moldeo de un componente para una cortadora de pan. (derecha)*



Fuente: Fotografías tomadas en Fundición “El Ahorro”, 2015

### 5.2.4. Técnica de fusión

La fusión se realiza mediante un horno de cubilote, generalmente cada semana (depende de la demanda de productos). A continuación se mencionan las observaciones a la técnica de fusión desarrollada en la empresa:

- **Balance de carga:**

No se lleva a cabo. La elección de la materia prima está basada en la experiencia. Los criterios que se toman en cuenta para la elección de las cargas a adicionar de cada materia prima son:

Tabla 15. Criterios utilizados para cargar el horno en Fundición El Ahorro.

Capacidad del horno: 400 kg	
<b>Coque</b>	10% de la carga del horno
<b>Caliza</b>	1 % de la carga del horno

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Fundición “El Ahorro”, 2015

- **Acondicionamiento de la carga**

La chatarra empleada sólo se fragmenta y pasa directamente a la zona de fusión. Debido a que la fusión se realiza en horno de cubilote, la carga no requiere precalentamiento externo, ya que al introducirse en la puerta de carga los gases calientes ascendentes van precalentando el material cargado. En caso que la chatarra presente residuos de aceite, se calienta con el fin de eliminar las grasas presentes.

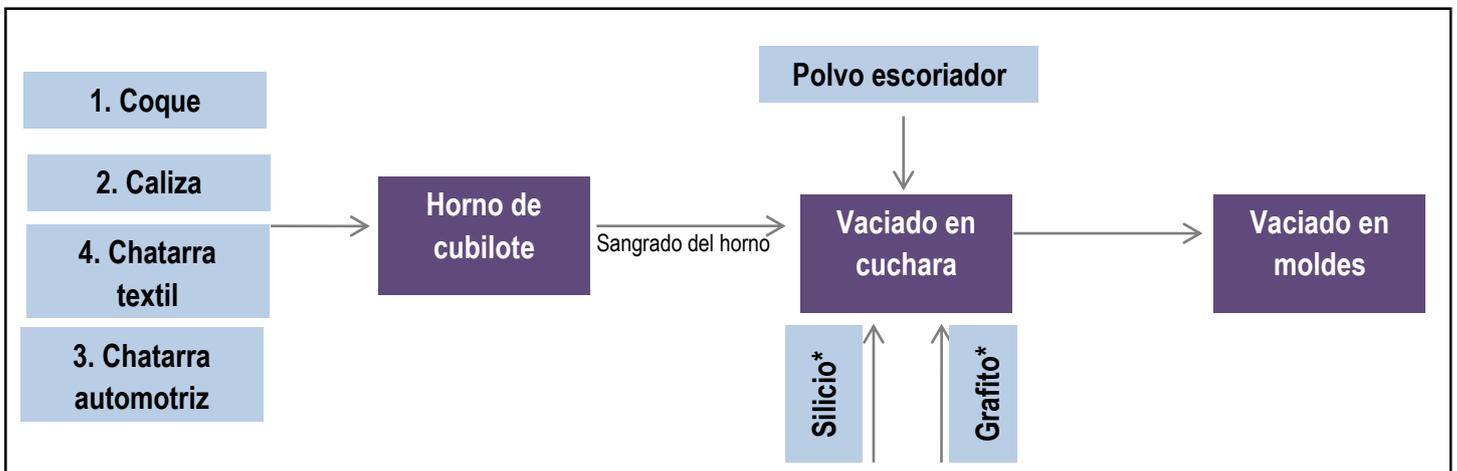
- **Acondicionamiento del horno.**

En el horno empleado sólo se funde hierro gris. En caso de fundir aluminio o cobre se acondicionan otros hornos con los que cuenta la fundidora. Cuando la fusión termina, se detiene la carga del cubilote. Los soportes debajo de la puerta inferior se golpean y se abre la puerta inferior permitiendo que el contenido del cubilote caiga. La carga no fundida se recoge y se utiliza en la fusión siguiente.

- **Secuencia de carga**

La secuencia de carga se muestra en la figura 24.

Figura 24. Secuencia de carga desarrollada en Fundición "El Ahorro"



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Fundición “El Ahorro”, 2015

Antes de iniciar los procesos de sangrado y vaciado, el horno se cubre con un tapón de barro para evitar fugas de metal. El silicio y grafito se coloca en el canal de sangrado antes de proceder a vaciar en la cuchara. (Se añade una lata de cada elemento).

- **Tratamiento de metal líquido y vaciado a moldes**

En el momento en que se llega a la fusión completa del metal, se procede al vaciado en la cuchara y moldes, la adición de "silicio" y grafito en la olla favorece la inoculación del hierro obtenido. En el caso de producción de hierro gris a través de horno de cubilote no se usa el proceso de desgasificación.

En los moldes se realizan vientos que actúan como ductos que ayudan a evacuar el aire contenido en el interior de la cavidad del molde. No hay un registro de las diferentes temperaturas que alcanza el metal durante el proceso (fusión, trabajo y vaciado a moldes). El proceso se efectúa de manera desorganizada, ya que los roles que efectúan cada uno de los operarios no se encuentra bien definidos.

*Figura 25. Vaciado en moldes*



Fuente: Fotografías tomadas en Fundición "El Ahorro", 2015

### 5.2.5 Controles de proceso

Una de las problemáticas que presenta Fundición El Ahorro, es la falta de controles en cada etapa de su proceso productivo. En la siguiente tabla se resumen los controles aplicables a la técnica de fusión desarrollada en la empresa y la situación actual que presentan:

*Tabla 16. Controles del proceso en Fundición "El Ahorro"*

Parámetro	Situación actual
<b>Balance de carga</b>	No hay un registro continuo de los pesos de las cargas, la elección depende del operario. No se realizan pruebas de composición química a la materia prima.
<b>Secuencia de la carga</b>	No se utilizan termopares o pirómetros para controlar la temperatura
<b>Tratamiento del metal líquido</b>	Sólo existe control visual de la temperatura. No hay un control de calidad, por prueba de la cuña o análisis térmico.
<b>Vaciado a moldes</b>	Temperatura: En una ocasión se utilizó pirómetro óptico para determinar la temperatura correcta de colada. Actualmente, el control es visual.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Fundición “El Ahorro”, 2015

*Figura 26. Desmoldeo de un engrane de hierro gris*

*Se observan los dos alimentadores y la pieza previa al acabado final. La pieza presenta problemas dimensionales en las secciones más delgadas.*



Fuente: Fotografías tomadas en Fundición “El Ahorro”, 2015

### 5.2.6 Defectos en las piezas fundidas

Los defectos que aparecen con mayor frecuencia en las piezas obtenidas son:

- Alta dureza de las piezas al momento de pasar a maquinado
- No se obtienen las dimensiones requeridas
- Presencia de poros
- Mala distribución de metal líquido debido al nulo control de temperatura.
- Poros

*Figura 27. Piezas defectuosas en Fundición "El Ahorro"*

Llenado incompleto por baja temperatura del metal líquido (izquierda) y presencia de poros (derecha)



Fuente: Fotografías tomadas en Fundición "El Ahorro", 2015

### **5.3 Modelo de Negocio de Fundición "El Ahorro"**

Con base en la metodología propuesta por Osterwalder, en esta sección se explicará el modelo de negocio que actualmente desarrolla Fundición "El Ahorro" y al final se presenta el lienzo de modelo de negocio que describe a la empresa.

#### *5.3.1 Segmentos de mercado*

- Micro y pequeñas empresas que necesitan trabajos de fundición para tener refacciones de su maquinaria o requieren bajos volúmenes de producción.
- Particulares que desean piezas específicas con diversos fines (decorativos y refacciones)

Como se distinguió en el proceso de ventas, Fundición El Ahorro atiende a un mercado de clientes que no requiere un cumplimiento de especificaciones respecto a composición química y propiedades mecánicas de las piezas fundidas.

### 5.3.2 Propuestas de valor

- Elaboración de productos a un precio bajo. Debido a que el trabajo realizado es artesanal, no se incurren en costos de control de calidad (laboratorios de análisis químicos y ensayos mecánicos).
- Elaboración de trabajos de fundición eventuales o de emergencia, que empresas más grandes de fundición no pueden atender debido a que tienen líneas de producción continua.

### 5.3.3 Relaciones con los clientes

Las actividades realizadas por la empresa para establecer relaciones con sus clientes se clasifican en la tabla 17.

*Tabla 17. Relaciones con los clientes de Fundición “El Ahorro”*

Tipo de relación	Estrategia
<b>Captación de clientes</b>	Llamadas telefónicas para contactar clientes. Publicidad boca a boca.
<b>Fidelización de clientes</b>	Asesoría personalizada Si el cliente no está satisfecho con el producto, la empresa vuelve a repetir la fundición. Facilidades a los clientes para pagar el trabajo realizado
<b>Incremento de clientes</b>	Publicidad boca a boca

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Fundición “El Ahorro”, 2015

### 5.3.4 Canales

En la tabla 18 se pueden observar las fases del canal que emplea la empresa para llegar a sus clientes:

*Tabla 18. Fases del canal de Fundición “El Ahorro”*

Fase del canal	Descripción
<b>Información de productos</b>	Los clientes conocen los servicios de la empresa por medio de: Contacto telefónico. (La empresa está anunciada en el directorio de la Sociedad Mexicana de Fundidores) Publicidad de boca en boca Recorridos en la fundidora
<b>Evaluación de productos</b>	Para evaluar los servicios de la empresa la dirección ofrece asesoría a los clientes, de ser necesario, la asesoría se complementa con visitas a la planta.
<b>Compra de productos</b>	Los clientes efectúan todas las operaciones de compra en la planta Sólo se aceptan pagos en efectivo.
<b>Entrega de productos</b>	Entrega física en planta: para clientes nuevos o que solicitan bajos volúmenes de producción.  Entrega a domicilio: para clientes conocidos o que solicitan un volumen elevado de producción.
<b>Servicios posventa</b>	No existe una política de servicios posventa. Sin embargo, en algunos casos, se ofrece revisión del desempeño de las piezas fabricadas.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Fundición “El Ahorro”, 2015

### 5.3.5 Actividades clave

- Moldeo en verde y de corazones
- Elaboración de diferentes piezas de hierro gris por fundición
- Distribución de los productos
- Asesoramiento al cliente

### 5.3.6 Asociaciones clave:

- Proveedores de materias primas e insumos (Depósitos chatarreros e Insumos Básicos).
- Empresas que dan limpieza adicional al producto terminado
- Empresas que distribuyen en otras zonas del país las piezas.

#### 5.3.7 Recursos clave:

- Recursos humanos: moldeadores y operarios.
- Maquinaria: horno de cubilote y molino para arenas.
- Herramientas: ollas de fundición, manerales y esmeriladora.
- Equipo para movimiento de materiales.
- Materias primas e insumos.

#### 5.3.8 Costos clave:

- Compra de materia prima para procesos de moldeo (30% de los ingresos mensuales)
- Costos de mano de obra (10% de los ingresos mensuales)

#### 5.3.9 Fuentes de ingresos:

- Ventas por trabajos de fundición de hierro gris. (principal fuente de ingresos)
- Ventas por trabajos de fundición de bronce y aluminio.

El precio de los productos se da por kilogramo, y está fijado para que la empresa cubra sus costos y tenga un margen de ganancia del 20%.

*Tabla 19. Precios de venta de Fundición “El Ahorro”*

Metal	Precio por kilogramo
Hierro gris	\$25.00
Aluminio	\$75.00

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Fundación “El Ahorro”, 2015

Finalmente con la información recopilada se genera el lienzo de modelo de negocio de Fundación “El Ahorro”

Figura 28. Lienzo de modelo de negocio de Fundación “El Ahorro”

<b>ASOCIACIONES CLAVE</b>  Proveedores de materia prima  Empresas para servicios auxiliares.	<b>ACTIVIDADES CLAVE</b>  Moldeo en verde y de corazones  Fusión en horno de cubilote  Distribución de producto	<b>PROPUESTA DE VALOR</b>  Elaboración de productos por fundición a precio bajo.  Versatilidad para aceptar trabajos que las empresas grandes no realizan.	<b>RELACIONES CON EL CLIENTE</b>  Publicidad boca en boca  Asesoría personalizada	<b>SEGMENTOS DE MERCADO</b>  Micro y pequeñas empresas que requieren maquinaria o refacciones.  Clientes particulares para trabajos decorativos
<b>ESTRUCTURA DE COSTOS</b> Recursos humanos  Materia prima e insumos	<b>RECURSOS CLAVE</b>  Recursos humanos  Maquinaria y herramientas  Instalaciones  Materias primas e insumos necesarios para fusión y moldeo.	<b>FUENTES DE INGRESOS</b>  Ventas por trabajos de fundición de hierro gris. (principal)  Ventajas por trabajos de fundición de bronce y aluminio. (ocasional)	<b>CANALES</b>  Directorio: Llamadas telefónicas  Venta en planta  Entrega de producto a domicilio.	

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Fundación “El Ahorro”, 2015

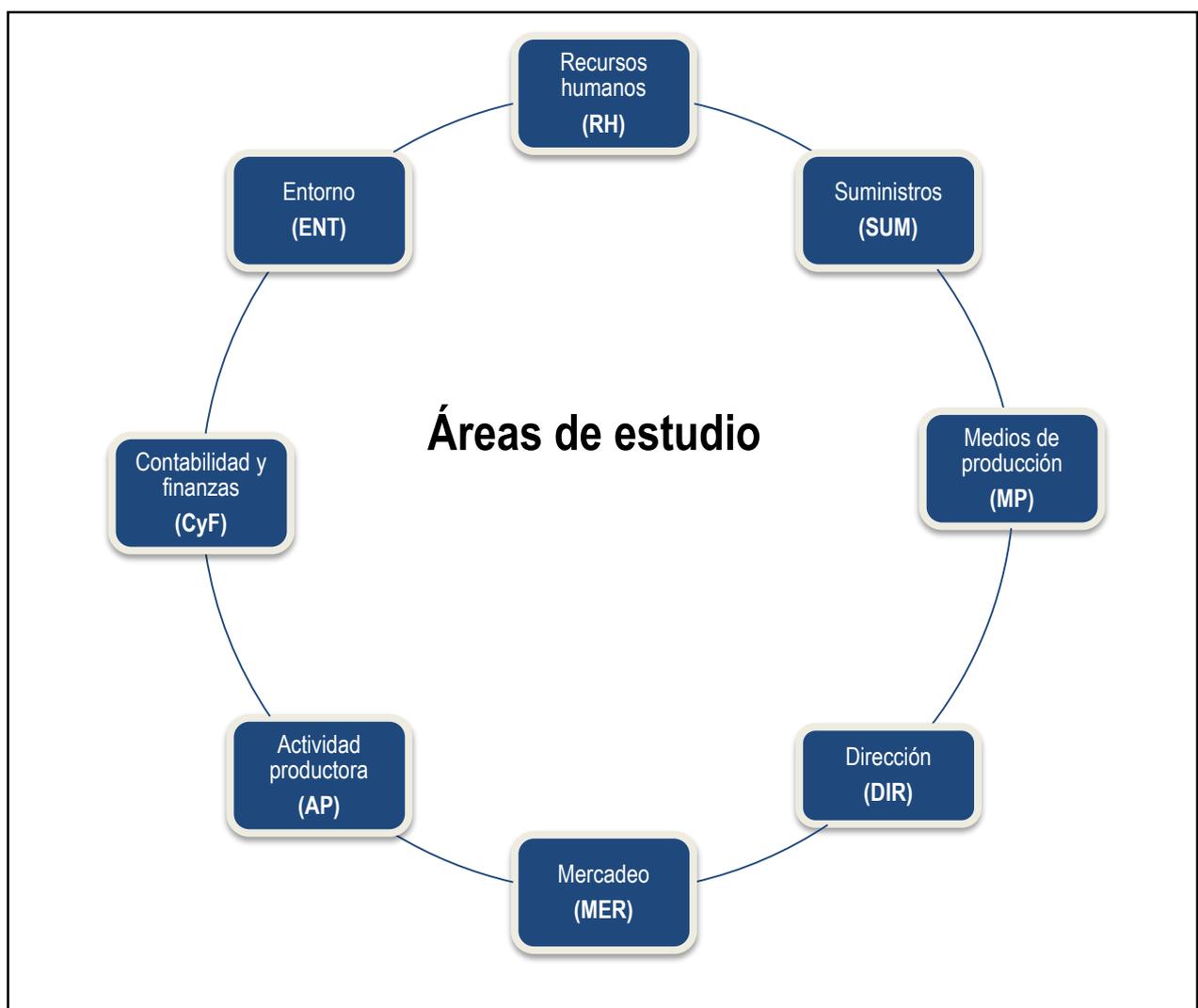
#### 5.4 Diagnóstico Industrial (Análisis Factorial)

Después de conocer la situación actual de Fundación “El Ahorro”, el diagnóstico industrial permitirá conocer cuáles son las áreas responsables de los problemas operativos y dará una guía para establecer las propuestas de mejora. A continuación se presenta la metodología adaptada al caso de estudio de esta tesis.

1. Definir las áreas a estudiar:

De acuerdo con el tamaño y la administración de la empresa se distinguieron las siguientes áreas de estudio, las cuales están descritas en el siguiente esquema:

Figura 29. Áreas de estudio para el análisis factorial de Fundación “El Ahorro”



Fuente: Elaboración propia, 2015

#### b. Elaboración de la escala:

La escala elaborada representa el grado de satisfacción de cada factor.

Tabla 20. Escala utilizada para el diagnóstico industrial

Escala	Significado	Columna
1	Muy bueno	A
0.5	Regular	B
0.25	Limitado	C
0	Inexistente	D

**c. Dividir en actividades cada una de las áreas y evaluar.**

Las actividades de cada área se definieron con cuestionarios que posteriormente fueron evaluados por medio de una entrevista al director de la empresa. Se evaluó cada actividad, examinando la tendencia, desempeño y precisión del indicador, para darle un grado de satisfacción, señalando con una (X) la columna que corresponda en las tablas.

**e. Investigar el factor limitante.**

El factor analizado tiene limitaciones cuando se marca la columna (C) o (D), se buscará en que área se encuentra la causa de dicha limitación. En la sección “Factores limitantes” del cuestionario se marca con una L el factor que fue identificado como limitante.

**f. Cálculo de eficiencias y deficiencias**

Se calcula la eficiencia, multiplicando la suma de las anotaciones de cada una de las columnas que se generaron con la escala, por el valor ponderado asignado a cada una de ellas. La suma de estas evaluaciones se divide entre el número de actividades analizadas (n) y el resultado es el porcentaje de la eficiencia para cada uno de los factores.

$$Eficiencia = \frac{\sum A (1.00) + \sum B (0.5) + \sum C (0.25) + \sum D (0)}{n(1.00)} \times 100$$

La deficiencia se calcula:

$$Deficiencia = 100 - Eficiencia$$

Se tomará como ejemplo la evaluación del factor “Recursos humanos”.

*Tabla 21. Valores utilizados para calcular la eficiencia del área Recursos Humanos.*

Columna	Escala	Número de anotaciones
<b>A</b>	1	3
<b>B</b>	0.5	8
<b>C</b>	0.25	2
<b>D</b>	0	7
<b>Total</b>	-	<b>20</b>

$$Eficiencia = \frac{\sum 3 (1.00) + \sum 8 (0.5) + \sum 2 (1.00) + \sum 7 (0.5)}{n(1.00)}$$

$$Eficiencia = 37.5\%$$

$$Deficiencia = 100 - 37.5\% = 62.5\%$$

#### 6. Obtener el porcentaje de limitación (F).

Se obtiene dividiendo la unidad entre el número de anotaciones (L) que hay en la sección "Factor limitante". El resultado se multiplica por cien.

Tabla 22. Cálculo del porcentaje de limitación del área Recursos Humanos

Factor limitante	Número de anotaciones (L)
<b>Recursos humanos</b>	3
<b>Dirección</b>	5
<b>Actividad productora</b>	2
<b>Entorno</b>	1
<b>Contabilidad y finanzas</b>	2
<b>Total</b>	<b>13</b>

Con la información anterior se obtiene:

$$F = \frac{1}{\sum L} \times 100 = \frac{1}{13} \times 100$$

$$F = \frac{1}{\sum L} = 7.7\%$$

Ahora, interesa conocer la limitación que ejerce un área sobre la otra. Esto se obtiene multiplicando el porcentaje de limitación calculado anteriormente por el número de anotaciones “L” por factor registradas.

$$\text{Porcentaje de limitación del factor } i = F \times \left( \sum L_{\text{factor } i} \right) \times 100$$

Siguiendo con el análisis del área recursos humanos:

Tabla 23. Porcentaje de limitación de cada factor limitante sobre el área Recursos Humanos.

<b>Factor limitante</b>	<b>Número de anotaciones (L)</b>	<b>Porcentaje de limitación del factor</b>
<b>Recursos humanos</b>	3	23.08 %
<b>Dirección</b>	5	38.46 %
<b>Actividad productora</b>	2	15.38 %
<b>Entorno</b>	1	7.69 %
<b>Contabilidad y finanzas</b>	2	15.38 %
<b>Factor de limitación</b>	<b>7.7%</b>	

Los pasos del uno al seis se integraron en una hoja de cálculo que facilitara la obtención de datos. Como ejemplo, se muestra la hoja utilizada para evaluar el área Recursos Humanos.

Tabla 24. Evaluación del área "Recursos humanos", Fundación "El Ahorro"

Factor 1	Recursos Humanos					FACTOR LIMITANTE							
		A	B	C	D	RH	SUM	MP	DIR	MER	AP	ENT	CyF
1	¿Se tiene una persona encargada del área de recursos humanos?				x								
2	¿Se hacen estudios para determinar las necesidades del personal?			x					L				
3	¿Cómo son los sueldos en relación con la competencia?		x										L
4	¿Se hacen estudios para evaluar si el número de personas es el adecuado?				x								
5	¿Se capacita al personal?		x						L				L
6	¿Se cuenta con servicio médico para el personal?				x								
7	¿Existen reglas claras para la contratación del personal?				x								
8	¿Qué tan aceptable es la rotación de personal de la organización?	x											
9	¿Se dan incentivos al personal?		x						L				
10	¿Qué tan aceptable es la forma en que se describe la forma de realizar el trabajo?		x								L		
11	¿Existen sanitarios adecuados para todos los trabajadores?			x									
12	¿Es frecuente que ocurran accidentes dentro de la empresa?		x						L		L		
13	¿Qué tan frecuente es que los trabajadores falten al trabajo?		x			L			L				
14	¿Se cuenta con un horario laboral fijo y conforme a la ley?		x			L							
15	¿Se cuenta con un sistema de ascensos?				x								
16	¿Se cuenta con un calendario de vacaciones y días de asueto para los trabajadores?	x											
17	¿Hay una política establecida para capacitar a los trabajadores a nivel dirección y operativo?				x								
18	¿Se cuenta con personal calificado?		x			L					L		
19	¿Se conoce el importe anual de las nóminas?				x								
20	¿Qué tan frecuentes son los conflictos entre los empleados?	x											
TOTAL		3	8	2	7	3	0	0	5	0	2	1	2

Situación del factor	
Eficiencia	37,5
Deficiencia	62,5

Factor de limitación	Valor
	0,077

Factores	Porcentaje de limitación
RH	23,08
SUM	0,00
MP	0,00
DIR	38,46
MER	0,00
AP	15,38
ENT	7,69
CyF	15,38
TOTAL	100

Escala	Valor
A	1
B	0,5
C	0,25
D	0

Fuente: Elaboración propia, 2015



**Dirección:** La dirección de la empresa está a cargo del dueño de la empresa. La dirección es responsable de la contabilidad, capacitación de los empleados, ventas y compras de materia prima; lo anterior ocasiona que no se gestione el tiempo adecuado para desarrollar con eficiencia las actividades de la empresa.

Tabla 25. Actividades evaluadas en Fundación "El Ahorro". Área: Dirección.

Actividades limitadas o inexistentes	Actividades estables, pero con limitaciones	Actividades que se desarrollan de forma óptima
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausencia de misión y visión</li> <li>2. Dependencia de los procesos de la dirección</li> <li>3. Ausencia de políticas y reglamentos</li> <li>4. Falta de un organigrama</li> <li>5. Definición de las áreas de operaciones</li> <li>6. Delegación de la autoridad en la organización</li> <li>7. Limitación de la autoridad</li> <li>8. Elaboración de presupuestos de gastos y ventas</li> <li>9. Desarrollo de alianzas</li> <li>10. Juntas para evaluación de resultados</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resultados obtenidos con la organización actual</li> <li>2. Estrategias para aumentar beneficios</li> <li>3. Organización por jerarquía y línea de dependencia</li> <li>4. Apoyo de la dirección para las operaciones</li> <li>5. Comunicación en la organización</li> <li>6. de controles administrativos</li> <li>7. Definición de actividades y responsables</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se tiene una persona en la dirección de la empresa</li> <li>2. Conocimiento del giro de la empresa</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Contabilidad y finanzas:** En la empresa existe un responsable que se encarga de realizar la declaración de impuestos ante la Secretaría de Hacienda, sin embargo, no se lleva ningún catálogo de cuentas básico para generar información contable. Se tiene un problema con el nivel de cuentas por cobrar de la empresa, las cuales se estiman en \$250,000. Además, no se tiene información sobre diversas fuentes de financiamiento con las que se podrían contar para realizar mejoras en la planta.

Tabla 26. Actividades evaluadas en Fundación "El Ahorro". Área: Contabilidad y finanzas

Actividades limitadas o inexistentes	Actividades regulares	Actividades que se desarrollan de forma óptima
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No se realizan estados financieros</li> <li>2. Falta de estudios sobre costos y ventas</li> <li>3. Elaboración de políticas para empleo de fondos</li> <li>4. Situación del capital contable</li> <li>5. Acceso a créditos bancarios</li> <li>6. Falta de indicadores financieros</li> <li>7. Conocimiento de fuentes de financiamiento para expansión</li> <li>8. Ausencia de pronósticos de ventas</li> <li>9. Nivel de cuentas por cobrar</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Existe un responsable de la contabilidad</li> <li>2. Uso de la información generada por la contabilidad</li> <li>3. Liquidez de la empresa</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contabilidad formal</li> <li>2. Acceso a crédito por proveedores</li> <li>3. Nivel de endeudamiento de la empresa</li> <li>4. Empleo de fondos para las operaciones.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Recursos humanos:** La empresa ha mantenido estable su plantilla laboral durante los últimos años. Sin embargo, no se han implementado programas para capacitar a los empleados para que puedan desempeñar de mejor manera sus actividades. Por ejemplo, algunas veces los encargados de moldeo no tienen conocimiento de que están fabricando, esto ocasiona una falta de compromiso hacia la calidad.

Tabla 27. Actividades evaluadas en Fundición "El Ahorro". Área: Recursos Humanos

Actividades limitadas o inexistentes	Actividades regulares	Actividades que se desarrollan de forma óptima
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No existen procesos definidos para mejorar esta área.</li> <li>2. No se conocen las necesidades del personal</li> <li>3. Evaluación de la cantidad de empleados necesarios para cada área.</li> <li>4. Elaboración de políticas para capacitación de empleados</li> <li>5. No se cuentan con un sistema de ascensos</li> <li>6. Cálculo del importe anual en nóminas</li> <li>7. Condiciones de los sanitarios para los empleados</li> <li>8. Políticas para la contratación de empleados</li> <li>9. Ausencia de servicio médico</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incentivos al personal</li> <li>2. Sueldo de los empleados</li> <li>3. Ausentismo laboral</li> <li>4. Calificación del personal</li> <li>5. Índice de accidentes</li> <li>6. Descripción del trabajo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rotación del personal</li> <li>2. Se respetan tiempos de vacaciones y asuetos</li> <li>3. Escasos conflictos entre empleados</li> <li>4. Horarios de trabajo definidos</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Mercadotecnia:** La empresa no cuenta con una estrategia para promocionar sus actividades, ni tampoco cuenta con información sobre sus principales competidores en el mercado de la fundición artesanal. Adicionalmente, deben establecerse políticas que mejoren el proceso de ventas explicado anteriormente, con el objetivo de que no se acumulen cuentas por cobrar y afecten la liquidez de la empresa.

Tabla 28. Actividades evaluadas en Fundición "El Ahorro". Área: Mercadotecnia

Actividades limitadas o inexistentes	Actividades regulares	Actividades que se desarrollan de forma óptima
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis de tendencia de venta en los últimos años</li> <li>2. Análisis de ventas esperadas</li> <li>3. Identificación de nuevos segmentos de mercado.</li> <li>4. Fortalecimiento de ventajas competitivas</li> <li>5. Elaboración de estrategias para promoción de productos</li> <li>6. Identificación de competidores principales</li> <li>7. Conocimiento de la participación de mercado de la empresa</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Respuesta de la empresa a nuevas exigencias del mercado</li> <li>2. Identificación de nuevas oportunidades de negocio</li> <li>3. Identificación de unidades de negocio más rentables de la empresa</li> <li>4. Identificación de unidades de negocio no rentables de la empresa</li> <li>5. Identificación de las ventajas de los competidores</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocimiento de las demandas de los clientes</li> <li>2. Mecanismos para fijar precios</li> <li>3. Plazas de distribución adecuadas</li> <li>4. Características de los productos</li> <li>5. Se tienen definidas las líneas de negocio de la empresa</li> <li>6. Se conoce el origen de la demanda de los productos</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Medios de producción:** El estado de las instalaciones de la planta se considera aceptable para el trabajo que se realiza. Sin embargo, el entorno de trabajo se mantiene con acumulación de modelos que no se emplean, desorganización en almacenes y residuos que restan espacio y tiempo productivo para las actividades que se llevan a cabo.

Tabla 29. Actividades evaluadas en Fundación "El Ahorro". Área: Medios de producción

Actividades limitadas o inexistentes	Actividades regulares	Actividades que se desarrollan de forma óptima
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inexistencia de diagramas para conocer el flujo de procesos</li> <li>2. Elaboración de políticas para inversión de medios de producción</li> <li>3. Delimitación de las áreas de trabajo</li> <li>4. Estado de las instalaciones para producción</li> <li>5. Estado de las instalaciones para almacenamiento</li> <li>6. Reacondicionamiento de instalaciones</li> <li>7. No se cuenta con un inventario de las herramientas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Antigüedad de las herramientas</li> <li>2. Estado de las construcciones para uso administrativo</li> <li>3. Estado de la maquinaria y equipo de construcción</li> <li>4. Actualización de los medios de producción</li> <li>5. Mantenimiento de los medios de producción</li> <li>6. Estado general de las instalaciones</li> <li>7. Mantenimiento de las herramientas</li> <li>8. Número adecuado para equipos de transporte</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Suministro de energía interna</li> <li>2. Mantenimiento de los equipos de transporte</li> <li>3. Antigüedad de los equipos de transporte</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia, 2015

## Suministros

La experiencia con la que cuenta la empresa les ha permitido seleccionar la materia prima que requieren sin necesidad de recurrir a estudios de composición química. Es importante que se establezcan controles para conocer cuanta materia prima se tiene en almacén (en especie y en dinero) para evitar pérdidas.

Tabla 30. Actividades evaluadas en Fundación "El Ahorro". Área: Recursos Humanos

Actividades limitadas o inexistentes	Actividades regulares	Actividades que se desarrollan de forma óptima
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecimiento de normas respecto a la cantidad de insumos a emplear</li> <li>2. Cálculo del costo mensual de abastecimientos</li> <li>3. Elaboración de políticas para realizar pedidos</li> <li>4. Cálculo del promedio mensual en existencias (en dinero)</li> <li>5. Organización del almacén</li> <li>6. Normas para seleccionar proveedores</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Previsión sobre falta de materias primas</li> <li>2. Verificación cuantitativa de la calidad de los materiales</li> <li>3. Cálculo del promedio mensual de existencias (en especie)</li> <li>4. Verificación cualitativa de la calidad de los materiales</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Previsión del aumento de costos de insumos</li> <li>2. Valoración de proveedores</li> <li>3. Conocimiento de los insumos mínimos para trabajar</li> <li>4. Evaluación de la calidad de los proveedores</li> <li>5. Evaluación del precio que ofrecen los proveedores</li> <li>6. No hay exceso de materias primas</li> <li>7. Atención de los proveedores</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Actividad productora:** La experiencia que tiene la empresa ha permitido que se conozca la secuencia que deben seguir sus procesos para desarrollar los productos. Se recomienda que los procesos sean documentados

para tener un registro por escrito de los responsables de cada actividad, diagramas que muestren la correcta elaboración de los productos y cantidad de materia prima que debe utilizarse para cada proceso.

Tabla 31. Actividades evaluadas en Fundación "El Ahorro". Área: Actividad productora

Actividades limitadas o inexistentes	Actividades regulares	Actividades que se desarrollan de forma óptima
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausencia de planeación estratégica</li> <li>2. No se cuenta con un sistema de gestión de calidad</li> <li>3. Los procesos no están documentados</li> <li>4. No se cuentan con ningún esquema de mejora continua</li> <li>5. No se conocen instrumentos para el control de procesos</li> <li>6. Conocimiento de estándares aplicables a la empresa</li> <li>7. Información sobre innovación tecnológica</li> <li>8. Ausencia de planeación operativa</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Control de la producción</li> <li>2. Medición del desempeño</li> <li>3. Establecimiento de cadenas de valor con proveedores</li> <li>4. Liderazgo dentro de la organización</li> <li>5. Participación del personal en el desempeño de la empresa</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definición de los principales clientes de la empresa</li> <li>2. Se tiene definida la secuencia de los procesos</li> <li>3. Revisión de las operaciones</li> <li>4. Gestión de los recursos para satisfacer al cliente</li> <li>5. Conocimiento de las especificaciones de los productos</li> <li>6. Seguimiento a la satisfacción del cliente</li> <li>7. Trabajo para satisfacer las necesidades del cliente.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia, 2015

**Entorno:** El entorno es una de los factores que más afecta a Fundación "El Ahorro". En los últimos años, las plantas ubicadas en Iztapalapa han sido clausuradas o reubicadas (debido a la urbanización de la zona). Lamentablemente, la corrupción se hace presente, debido a que se le piden cuotas a la empresa para que pueda seguir operando en su ubicación actual. Adicionalmente, hay un desconocimiento de los programas que ofrece el gobierno para regularizar y apoyar a las microempresas.

Tabla 32. Actividades evaluadas en Fundación "El Ahorro". Área: Entorno

Actividades limitadas o inexistentes	Actividades regulares	Actividades que se desarrollan de forma óptima
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seguridad, orden y limpieza dentro de la planta</li> <li>2. Ubicación de la empresa</li> <li>3. Nivel de delincuencia de la zona</li> <li>4. Conocimiento de los programas del gobierno para apoyar a la empresa</li> <li>5. Disponibilidad de mano de obra</li> <li>6. Apoyo de cámaras y asociaciones</li> <li>7. Apoyo de los clientes y competidores</li> <li>8. Corrupción</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocimiento del entorno social, político y económico</li> <li>2. Cercanía del mercado de proveedores</li> <li>3. Cercanía de la empresa a sus clientes</li> <li>4. Cartera actual de clientes</li> <li>5. Apoyo de proveedores</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Condiciones climáticas</li> <li>2. Servicios públicos disponibles</li> <li>3. Conocimiento de los requisitos legales para la operación de la empresa</li> <li>4. Declaración de impuestos</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia, 201

## **5.5 Plan de Mejora**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el diagnóstico industrial todas las áreas evaluadas presentan una eficiencia menor al 50%, siendo recursos humanos y dirección las áreas que obtuvieron el menor porcentaje. El factor que más contribuye a la limitación de las otras áreas es la dirección de la empresa, seguido de contabilidad y finanzas. Se recomienda que la implementación de las propuestas se comience por tres áreas mencionadas anteriormente.

En las siguientes páginas se describen las propuestas para cada área, el responsable para supervisar su aplicación, actividades a mejorar e indicadores para medir su desempeño.

Tabla 33. Propuestas de mejora para el área Dirección, Fundación “El Ahorro”

Propuesta de mejora	Responsable	Actividades a mejorar	Indicadores
1. Cursos enfocados al director en administración de negocios, contabilidad y buenas prácticas empresariales.	Asesoría Externa	Comunicación en la organización  Identificación de líneas de negocio no rentables.  Identificación de negocios más rentables	<b>1. Nivel de aprobación en pruebas</b>  <b>Medición:</b> Total de personas que aprobaron las pruebas / Total de personas capacitadas
2. Capacitación a la dirección y empleados en temas relacionados con Fundación (nociones básicas).	Asesoría Externa	Apoyo de la dirección para las operaciones.	
3. Capacitar a los empleados sobre técnicas para asegurar la calidad de la producción y seguridad.	Asesoría Externa	Calificación del personal.	<b>2. Productividad</b>
4. Definición y difusión de la filosofía de la empresa. (Misión, visión y valores)	Director	Definición de áreas operacionales  Falta de un organigrama.	<b>Medición:</b> Ingresos por ventas/ Recursos empleados (\$)
5. Elaboración de organigrama empresarial.	Director	Organización por jerarquía y líneas de dependencia	
6. Formulación de reglamento interno de trabajo		Ausencia de misión y visión.	
7. Garantizar equipo de seguridad para los empleados y monitorear su uso.		Desconocimiento de misión y visión por el personal  Definición de actividades y responsables	

Fuente: Elaboración propia, 2015

Tabla 34. Propuestas de mejora para el área Contabilidad y Finanzas, Fundación "El Ahorro"

Táctica de mejora	Responsable	Actividades a mejorar	Indicadores
Implementar área de Contabilidad en la empresa para generar estados financieros cada seis meses.	Responsable de contabilidad	Falta de indicadores financieros. No se obtiene flujo de caja Falta de estudio de costos y ventas Existe un responsable de la contabilidad Cálculo del importe anual en nóminas Ausencia de pronósticos Conocimiento del volumen de pérdidas en almacén Cálculo del costo mensual de abastecimientos Cálculo del promedio mensual de existencias (en dinero) Cálculo del promedio mensual de existencia (en especie) Análisis de ventas esperadas.	<b>1. Utilidad</b>  <b>Medición:</b> Ingresos por Ventas - Costos  <b>2. Rentabilidad de las ventas</b>  <b>Medición:</b> Utilidad Neta / Ventas Netas
Establecer políticas para empleo de fondos y cuentas por cobrar.	Dirección	Nivel de cuentas por cobrar. Políticas para empleo de fondos.	
Realizar un estudio sobre diferentes fuentes de crédito y financiamiento.	Empleado con conocimientos en internet	Conocimiento de nuevas fuentes de financiamiento	

Fuente: Elaboración propia, 2015

Tabla 35. Propuestas de mejora para el área Mercadotecnia, Fundación "El Ahorro".

Táctica de mejora	Responsable	Actividades a mejorar	Indicadores
Desarrollar un folleto que muestre los productos y servicios que ofrece la fundidora.	Asesoría externa		<p><b>1. Proporción de devoluciones:</b></p> <p><b>Medición:</b> Valor de mercancía devuelta/ Ventas netas</p> <p><b>2. ROI en Mercadotecnia</b></p> <p><b>Medición:</b> (Ingresos – Costos en publicidad) / Costos en publicidad</p>
Desarrollar un sitio web de la empresa	Empleado con conocimientos en computación	Estrategia de promoción de productos	
Desarrollar un boletín de noticias acerca del proceso de fundición y los productos de la empresa.	Empleado con conocimientos en computación	Apoyo de consumidores	
Crear cuenta de correo electrónico para la empresa e invertir en Google Adwords.	Empleado con conocimientos en computación	Análisis de segmentos potenciales.	
Buscar alianzas con empresas de modelado y limpieza de piezas para ofrecer descuentos a los clientes.	Dirección y asesoría externa	<p>Respuesta de la empresa a exigencias del mercado.</p> <p>Identificación de oportunidades de mercado</p> <p>Desarrollo de alianzas</p> <p>Fortalecimiento de ventajas competitivas</p>	

Fuente: Elaboración propia, 2015

Tabla 36. Propuestas de mejora para el área Medios de producción, Fundación “El Ahorro”

Táctica de mejora	Responsable	Actividades a mejorar	Indicadores
Implementar y controlar un programa de orden y limpieza 5s en todas las áreas de la empresa.	Supervisor de producción	Delimitación de áreas de trabajo. Reacondicionamiento de instalaciones Disposición de material que no se utiliza. Organización en el almacén Controles administrativos	<b>1. Utilización de la capacidad productora</b>  <b>Medición:</b> Cantidad física de artículos producidos/ Capacidad de la empresa (Producción en un intervalo de tiempo)  <b>2. Utilización de los materiales:</b>  <b>Medición:</b> Desechos y desperdicios / Materia prima
Revisar mensualmente el estado de la maquinaria y herramientas.	Dirección	Mantenimiento de herramientas Mantenimiento de los medios de producción. Aprovechar la antigüedad de las herramientas	
Establecer políticas para la inversión en mejoras a la planta.	Dirección con asesoría externa	Estado de las instalaciones Actualización de medios de producción. Políticas para la inversión en medios de producción.	
Invertir en un equipo de cómputo.	Dirección	Presupuesto para inversión en medios de producción	
Elaborar inventario de herramientas con las que cuenta la empresa.	Empleado previamente capacitado	Inventario de herramientas	
Mejorar techos y pintura de las instalaciones.	Dirección	Estado de instalaciones Estado de las construcciones para producción Estado de las construcciones para almacenamiento Estado de las construcciones de uso administrativo	
Diseñar una ruta óptima de reparto de pedidos.	Dirección	Número adecuado de equipos de transporte.	

Fuente: Elaboración propia, 2015

Tabla 37. Propuestas de mejora para el área Suministros, Fundición “El Ahorro”

Táctica de mejora	Responsable	Actividades a mejorar	Indicadores
Documentar el proceso para realizar pedidos.	Empleado con capacitación previa	Políticas para realizar pedidos  Normas respecto a la cantidad de insumos	<b>1. Importancia de los suministros</b>  <b>Medición:</b> Costos de la materia prima y materiales / Costos de fabricación  <b>Meta: Disminuir 10% del mes anterior</b>
Consultar y valorar fuentes alternativas de suministros	Asesoría Externa	Información sobre nuevas fuentes de abastecimiento  Cadenas de valor con proveedores	
Documentar proceso para revisión cualitativa de materia prima.	Asesoría externa	Verificación cualitativa de la calidad de materiales	<b>2. Rotación de los materiales</b>  c) <b>Medición:</b> Materia prima empleada en el mes / Inventario de materia prima en el mes
Realizar pruebas de análisis químico a la materia prima usada utilizada para comprobar calidad.	Verificación cuantitativa de calidad de materiales.	Verificación cuantitativa de la calidad de materiales	

Fuente: Elaboración propia, 2015

Tabla 38. Propuestas de mejora para el área Actividad productora, Fundición "El Ahorro

Táctica de mejora	Responsable	Actividades a mejorar	Indicadores
<p>Realizar metalografías a las piezas obtenidas para observar microestructuras presentes y detectar fallas en el proceso.</p> <p>Documentar proceso de moldeo.</p> <p>Realizar pruebas de análisis químico a la materia prima usada para comprobar calidad</p> <p>Rediseñar y documentar el proceso de fusión.</p>	Supervisor de producción	<p>Gestión de calidad</p> <p>Conocimiento de estándares aplicables</p> <p>Conocimiento de servicios de medición analítica</p> <p>Medición continua del desempeño</p>	<p><b>1. Piezas defectuosas</b></p> <p><b>Medición:</b> Contabilizar el número de piezas que salieron con algún defecto.</p> <p><b>2. Satisfacción del cliente</b></p>
Aplicar semanalmente técnicas de identificación de problemas relacionados en la producción.	Empleado con capacitación previa	Participación del personal en el desempeño de la empresa	<b>Medición:</b> Encuesta con evaluación de 0 a 10 puntos.
Implementar cuestionarios para evaluar la satisfacción del cliente.	Empleado con capacitación previa	Seguimiento de la satisfacción del cliente	
Aplicación de planeación a corto y largo plazo.	Asesoría Externa	<p>Ausencia de planeación estratégica</p> <p>Ausencia de planeación operativa</p>	
Consultar periódicamente información sobre innovación tecnológica y últimas tendencias en fundición	Empleado con conocimientos en internet	Información sobre innovación tecnológica	

Fuente: Elaboración propia, 2015

Tabla 39. Propuestas de mejora para el área Entorno, Fundación "El Ahorro"

Táctica de mejora	Responsable	Actividades a mejorar	Indicador
Establecer puentes de comunicación con la CANACINTRA y la Sociedad Mexicana de Fundidores	Dirección de la empresa	Apoyo de cámaras y asociaciones  Apoyo de proveedores	Los encargados de este factor informarán a la empresa de los cambios en el entorno e informarán al exterior sobre las actividades de la empresa.
Leer y difundir información sobre las noticias más relevantes del país en el ámbito social, político y financiero.	Empleado de la empresa con capacitación previa	Conocimiento del entorno social, político y financiero.	Contenido del informe: a) Nuevas tendencias en fundición b) Desarrollo económico c) Nuevos apoyos para microempresas
Lavar los baños dos días por semana para asegurar su limpieza.	Supervisor. Se recomienda rotación de personal para realizar esta tarea.	Condiciones sanitarias	
Acudir a eventos organizados por el gobierno donde se apoyan a las MiPymes	Dirección	Disponibilidad de crédito	

Fuente: Elaboración propia, 2015

### 5.7 Evaluación de Administración Ambiental

Dentro del sector de fundiciones, los mayores problemas ambientales son las emisiones atmosféricas y los residuos sólidos. Cabe mencionar que en la mayoría de las etapas del proceso productivo además se genera ruido.

En la siguiente tabla se presentan los aspectos ambientales asociados a cada etapa del proceso productivo

Tabla 40. Contaminantes generados en los diferentes procesos de fundición

Proceso	Contaminantes
Tratamiento de materias primas	Partículas en suspensión
Producción de moldes y corazones	Partículas en suspensión Compuestos orgánicos volátiles Residuos líquidos
Carga del horno	Partículas en suspensión Óxidos de azufre Óxidos de nitrógeno Monóxido de carbono Escoria Plomo y humos orgánicos
Colada y transporte del material fundido	Partículas en suspensión Monóxido de carbono
	Partículas en suspensión Monóxido de carbono
Vaciado en moldes	Partículas en suspensión Compuesto orgánicos volátiles
Desmoldeo	Partículas en suspensión
Limpieza de productos fundidos	Partículas en suspensión

Fuente: Adaptado de CODELCA (2010)

Es importante que las empresas de fundición (sin importar el tamaño) conozcan el impacto ambiental que producen y elaboren un sistema de administración medioambiental que esté acorde a sus capacidades.

En la empresa se instaló un sistema de recolección de partículas pesadas, lo anterior ha permitido que la empresa pueda operar en su ubicación actual. Se requiere dar mantenimiento al sistema para verificar y corregir su funcionamiento. De acuerdo con los datos proporcionados con la dirección, se han efectuado por el gobierno estudios a los residuos generados y han resultado no perjudiciales para el ambiente. Los esfuerzos para mejorar esta área tienen que ir dirigidos a promover prácticas de manufactura limpias y a la realización de estudios más a fondo para poder implementar un programa de uso limpio y ahorro de materias primas y energéticas. Las medidas propuestas en este trabajo se presentan a continuación:

Tabla 41. Propuestas de mejora para el área medioambiental. Fundición El Ahorro

Táctica de mejora	Responsable	Actividades a mejorar	Indicadores
<p>Implementar un sistema de administración medioambiental que esté acorde a las capacidades de la empresa.</p> <p>Colocar un techo en el lugar donde se ubican los residuos para evitar su disposición al descubierto.</p> <p>Cerrar las zonas de almacenamiento y manipulación de desecho y así como los procesos de limpieza de las piezas.</p> <p>Transportar una vez al mes los desechos acumulados en el horario nocturno</p>	Asesoría externa	<p>Programas para minimizar residuos industriales</p> <p>Planeación para contingencias ambientales</p> <p>Cumplimiento de la legislación vigente</p> <p>Reducción de contaminantes al agua, suelo y atmósfera.</p> <p>Identificación de actividades de impacto ambiental</p>	<p><b>1. Costos energéticos específicos</b></p> <p><b>Medición:</b> Costos energéticos/Costos de producción</p> <p><b>2. Tasa de reciclaje</b></p> <p><b>Medición:</b> cantidad de residuos reciclados en t / cantidad total de residuos en t</p>
<p>Efectuar pruebas de enriquecimiento con oxígeno en el horno de cubilote.</p> <p>Optimizar el uso de fundentes y revestimientos refractarios</p>	Dirección con asesoría externa	<p>Ahorro de energía, agua y combustibles contaminantes</p> <p>Operación segura, limpia y eficiente al ambiente.</p>	
<p>Recibir asesoría para optimizar el uso de fundentes y revestimientos refractarios</p> <p>Dar mantenimiento al sistema de control de partículas pesadas existente en la planta</p>	Supervisor	<p>Programas para uso limpio de materias primas y energéticos</p> <p>Cooperación ambiental</p> <p>Reducción de residuos sólidos peligrosos</p> <p>Limpieza de los procesos de manufactura</p> <p>Limpieza y seguridad en distribución y almacenaje.</p>	

Fuente: Elaboración propia, 2015

## 5.8 Evaluación de Salud y Seguridad Ocupacional.

Dentro de un proceso productivo o de servicios, la Seguridad y Salud en el Trabajo, vela por la calidad de vida del hombre, como eslabón fundamental en los análisis estratégicos. Su actividad y consciente participación, lograría la efectividad y eficacia de los procesos. Los accidentes y las enfermedades profesionales, imponen altos costos a los trabajadores, familiares, empresas y la sociedad en su conjunto.

La industria de la fundición presenta mayor índice de lesiones que la mayoría de otros sectores. Entre las causas más recurrentes se encuentran: salpicaduras y derrames de metal fundido y escoria que provoca quemaduras, explosiones de gas por contacto de metal fundido con agua, colisiones con grúas en movimiento, caída de objetos pesados y lesiones por resbalar o tropezar con obstáculo en el suelo.

En Fundición "El Ahorro", los trabajadores no trabajan con el equipo mínimo de seguridad para desempeñar sus tareas, principalmente en el proceso de fusión. Esto resulta preocupante por los riesgos que se mencionaron anteriormente. La dirección debe trabajar en conjunto con los recursos humanos para fomentar una cultura de seguridad dentro de la empresa.

La tabla 42 resume las actividades que se tomaron en cuenta para formular las propuestas dentro de esta área.

*Tabla 42. Actividades evaluadas en Fundición "El Ahorro". Área: Salud y seguridad ocupacional*

<b>Actividades limitadas o inexistentes</b>	<b>Actividades regulares</b>	<b>Actividades que se desarrollan de forma óptima</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Empleo de equipo de seguridad por parte de los empleados</li><li>2. No se monitorean ni evalúan los accidentes</li><li>3. Ausencia de un plan para atender emergencias.</li><li>4. No se gestionan recursos para mejorar esta área</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Seguimiento de la dirección a la seguridad y salud de los empleados</li><li>2. Distinción de riesgos</li><li>3. Cumplimiento de legislación en seguridad y salud ocupacional</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Los empleados cuentan con seguridad social.</li></ol>

Fuente: Elaboración propia, 2015

Tabla 43. Propuestas de mejora para el área salud y seguridad ocupacional. Fundación El Ahorro

Táctica de mejora	Responsable	Actividades a mejorar	Indicadores
Implementar un sistema de Gestión de la Salud Ocupacional y Seguridad Industrial.	Dirección con asesoría externa	Distinción de riesgos  No existe un plan para atender emergencias	1. Días sin lesiones de trabajo  <b>Medición:</b> Contabilizar los accidentes en la empresa en un periodo.
Capacitar a los empleados en sobre los riesgos presentes en su trabajo y como disminuirlos.	Asesoría externa	Ausencia de documentación en seguridad y salud  Falta de un sistema para identificar el riesgo	
Garantizar y monitorear el empleo de equipo de seguridad.	Dirección	Nulo monitoreo y evaluación de accidentes	
Implementar procedimientos específicos de manipulación y levantamiento de cargas	Asesoría externa	No hay políticas en salud y seguridad ocupacional  Falta de interés por proyectar salud ocupacional	
Realizar exámenes médicos a los empleados cada seis meses.	Dirección	No existen procesos para reforzar esta área	
Instalar señales claras en todos los corredores de transporte y zonas de trabajo	Empleado de la planta con previa capacitación	No se mide desempeño en seguridad y salud.	
Construir salida de emergencia.	Dirección	Cumplimiento de legislación actual vigente	

Fuente: Elaboración propia, 2015

## **5.9 Rediseño de modelo de negocio de “Fundición El Ahorro”**

En esta sección se aplicarán las técnicas propuestas por Osterwalder (2011) para rediseñar modelos de negocio (explicadas en la sección 4.3). El objetivo de estas técnicas consiste en proponer modelos de negocio más innovadores y que permitan a las empresas obtener mejores beneficios.

### *5.9.1 Aportaciones de los clientes*

Los clientes son el centro de cualquier modelo de negocio, una empresa debe trabajar para satisfacer las necesidades de su mercado. A continuación, se presenta el nuevo enfoque del modelo de negocio considerando las propuestas que han realizado los clientes de la empresa a lo largo del tiempo. En la tabla 37 se describe el nuevo enfoque del modelo de negocio de la fundidora.

Tabla 44. Modelo de Negocio centrado en el cliente

Bloque del modelo de negocio	Modelo de negocio centrado en el cliente.
<b>Propuesta de valor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundición “El Ahorro” es una empresa que ofrece soluciones a bajo precio en moldeo y elaboración de productos de fundición de aluminio, hierro gris y nodular.</li> <li>• Establece alianzas con empresas de modelado y limpieza de piezas para ofrecer un servicio integral al cliente.</li> <li>• La microempresa ofrece la fabricación y mantenimiento de hornos de cubilote, de crisol y de reverbero.</li> </ul>
<b>Relaciones con los clientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los clientes tendrán tiempos de respuesta menores a 24 horas para los presupuestos y dudas que soliciten. La atención será amable y siempre buscando su satisfacción.</li> <li>• La empresa ofrecerá un programa de descuentos a los clientes que tengan compras recurrentes y cumplan a tiempo con sus pagos.</li> </ul>
<b>Canales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundición El Ahorro ofrecerá la entrega puntual (en planta o a domicilio) de sus productos como parte de su política de satisfacción al cliente.</li> <li>• Los clientes podrán establecer contacto con la empresa vía correo electrónico y telefónica</li> <li>• Los clientes podrán conocer la oferta de Fundición “El Ahorro” a través de una página web bien diseñada y de fácil navegación. A través de ese canal podrán conocer la capacidad y experiencia que tiene la empresa para fabricar diversas piezas en diferentes sectores: hidráulico, automotriz, agrícola, mecánico y artesanías.</li> </ul>
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los empleados de la fundidora (además de la dirección) conocen las piezas o moldes sobre los que están trabajando. Con esto trabajarán más comprometidos para satisfacer las necesidades del cliente.</li> </ul>

.Fuente: Elaboración propia, 2015

### 5.9.2 Elaboración de prototipos

La elaboración de este prototipo de modelo de negocio tiene como objetivo como obtener información de clientes potenciales sobre una alternativa que tiene la empresa para mejorar las fuentes de ingresos de su modelo de negocio.

En los últimos años, Fundación “El Ahorro” se ha dedicado a la fabricación de piezas de maquinaria básica para la elaboración de pan. Posteriormente, las piezas son enviadas a la empresa Mexcort (empresa propiedad de la familia), para su maquinado final y venta. Toda la producción de maquinaria se envía a tiendas minoristas para su venta al consumidor final.

Fundación El Ahorro, se plantea la posibilidad de establecer un canal directo para llegar a sus clientes finales. En la figura 32 se muestran las fotos de los equipos que fabrica la empresa. Adicionalmente, fabrica instrumentos auxiliares como charolas de lámina negra y carros espigueros.

Figura 32. Maquinaria que se utiliza para elaborar pan



Fuente: Google imágenes, 2015

- **Desarrollo del prototipo de modelo de negocio**

Antes de comenzar a invertir y desarrollar la nueva estrategia, el enfoque Canvas propone validar las propuestas de modelo de negocio, visitando a clientes potenciales para obtener “feedback” rápidamente. Esto se realiza con el fin de:

- 1) Conocer si existe realmente demanda del producto que se ofrece.
- 2) Mejorar la oferta de productos y servicios que se ofrecen con la información que se recabó de los clientes potenciales.

## **Encuesta**

Se diseñó una encuesta para conocer los principales problemas que tienen los clientes con su maquinaria y herramienta para la elaboración de pan, los criterios decisivos al elegir a sus proveedores de maquinaria como hornos y herramientas y la intención de compra de los clientes potenciales

## **Validación por jueces**

La validación del instrumento fue realizados por expertos en el tema de investigación de mercados e ingeniería de producción. A continuación se enuncian sus nombres:

- Luis Felipe Enriquez Torres (Coordinador de grupos de Investigación de Mercados, UVM)
- Elizabeth Moreno Mavridis (Coordinadora de la carrera de Ingeniería Industrial, UNAM)
- José Sabino Sámano Castillo (Coordinador de Gestión de Calidad Productiva, UNAM)
- América Belmonte (Coordinadora de investigación de la revista Merca2.0)
- Ibet Navarro Reyes (Secretaria de la Secretaría Académica de Investigación y Posgrado, UNAM)

Posteriormente, se aplicó a cinco personas que laboran en panaderías y son los responsables del área de compras. Después de validar el instrumento, se visitaron quince panaderías (pequeñas y medianas) para recabar la información necesaria. Se muestra el cuestionario realizado:

---

### **Sección A. Problemas y decisiones de compra**

1. Mencione el principal problema al que se enfrenta con los productos ofrecidos por sus proveedores de maquinaria y herramientas para la elaboración de pan.

2. De los factores siguientes, ¿cuál es el que más que influye al efectuar su compra?

Precio
Calidad
Entrega puntual
Política de garantía y devoluciones
Mantenimiento y reparación de equipo
Crédito

3. De los factores siguientes, considerados como valor agregado, ¿cuál es el que más que influye al efectuar su compra?

Asesoría personalizada al momento de compra
Promociones
Mantenimiento y reparación del equipo
Variedad de producto
Entrega a domicilio

### SECCIÓN B. Lanzamiento del nuevo producto

#### SITUACIÓN:

El Ahorro es una empresa nueva que fabrica fabricar y distribuir maquinaria y herramientas para la industria panificadora. Actualmente, la empresa desea entrar al mercado ofreciendo el siguiente paquete de productos:

**Cortadora R2 color azul \$ 4, 650**

**Cortadora R3 reforzada color blanca \$ 7, 000**

**Charolas para pan calibre 24 45x65 \$ 70 c/u**

**Charolas para pan calibre 26 45x65 \$ 60 c/u**

**Charolas de aluminio, exhibidor cal.20 30x50 \$ 65 c/u**

**Charolas de aluminio redonda de 46cm cal 20 \$ 65 c/u**

También se tienen batidoras, amasadoras, hornos de gaveta y molinos para tu negocio.

6 meses de garantía.

De la siguiente escala, dónde 5 es definitivamente sí lo compraría y 1 definitivamente no lo compraría, ¿Si el paquete de productos y servicios estuviera disponible el día de hoy?

- a) (5) \_\_\_\_ Definitivamente sí lo compraría
- b) (4) \_\_\_\_ Probablemente sí lo compraría
- c) (3) \_\_\_\_ Me es indiferente
- d) (2) \_\_\_\_ No lo compraría
- e) (1) \_\_\_\_ Definitivamente no lo compraría

15. De la siguiente escala, dónde 4 es demasiada competencia y 1 es nada de competencia, ¿cuánta competencia piensa que existe en el mercado en contra de la empresa que pretende lanzar el nuevo producto?

- a) (4) \_\_\_\_ Demasiada competencia
- c) (3) \_\_\_\_ Suficiente competencia
- d) (2) \_\_\_\_ Poca competencia
- e) (1) \_\_\_\_ Nada de competencia

16. De la siguiente escala, dónde 5 es muy probable y 1 es nada probable, ¿cuál es la probabilidad de que usted cambie sus proveedores de maquinaria y herramientas por otros?

- a) (5) \_\_\_\_\_ Muy probable
  - b) (4) \_\_\_\_\_ Probable
  - c) (3) \_\_\_\_\_ Me da igual
  - d) (2) \_\_\_\_\_ Algo probable
  - e) (1) \_\_\_\_\_ Nada probable
- 

### **Resultados obtenidos**

La primera pregunta se elaboró con el fin de conocer: ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta con su maquinaria y equipo?

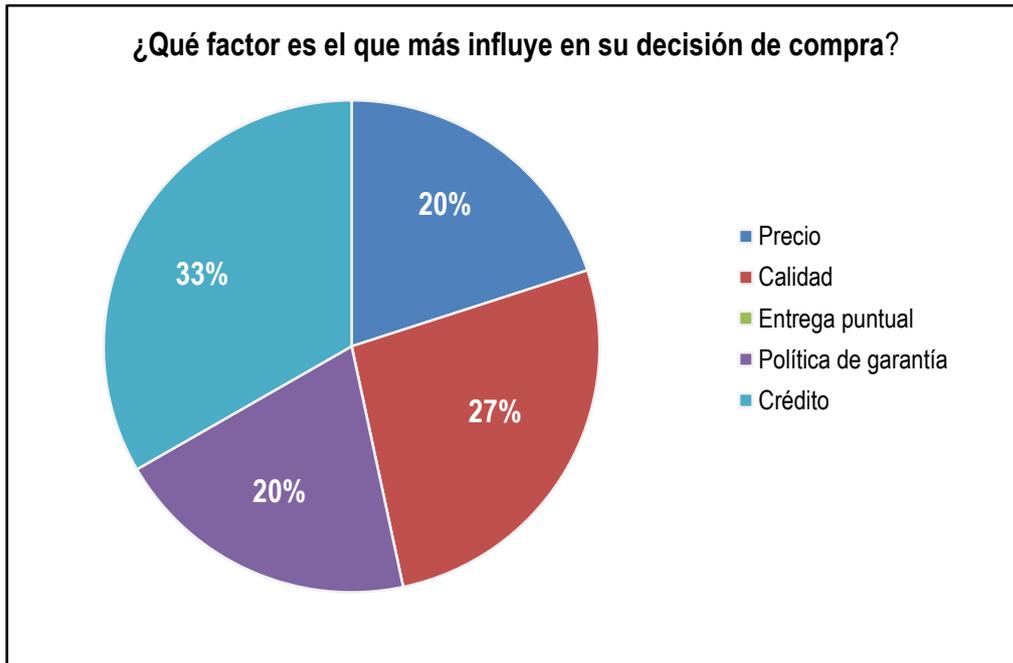
Las respuestas obtenidas de los encuestados fueron:

- Los precios de los productos se han aumentado en los últimos años.
- La calidad de productores mexicanos es deficiente respecto al precio que cobran.
- Al usar maquinaria extranjera se eleva el costo de las refacciones, ya que algunas no se encuentran disponibles.
- Se tienen altos tiempos de espera para el mantenimiento y reparación de los equipos. Esto lleva a las empresas a contratar ingenieros externos.
- Adicionalmente, existe un segmento de mercado que requiere maquinaria especializada para sus negocios y al no encontrar las refacciones, solicitan la adaptación de los equipos tradicionales.

A continuación se colocan los resultados de la encuesta realizada:

Los clientes encuestados no consideran como factor determinante el precio, la maquinaria ofrecida es de sustitución lenta (más de 2 años), por lo tanto se debe ofrecer un producto duradero. Es vital que se otorgue crédito para que las empresas puedan tener acceso al producto. Al elaborar productos de calidad, se asegura que los clientes adquieran las herramientas con el propio fabricante.

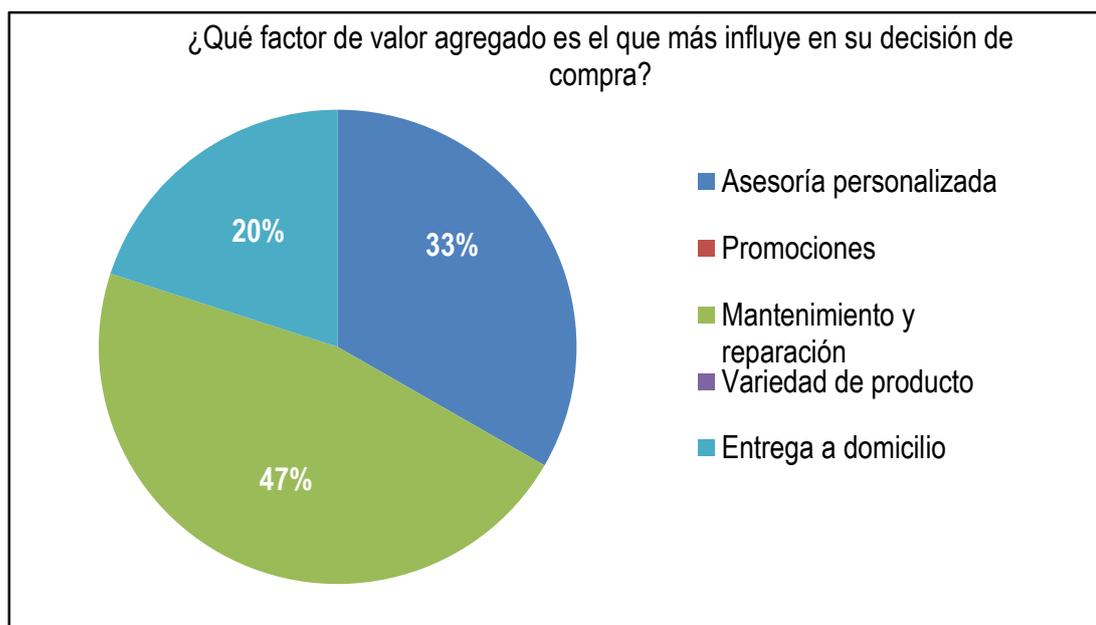
Figura 33. Factor que más influye en la decisión de compra de de los clientes encuestados



Fuente: Elaboración propia, 2015.

**2. Valor agregado:** Además de otorgar los meses de garantía deben ser muy claros y transparentes con la política que establezcan, con el objetivo de obtener la satisfacción de cliente. Se deben cuidar los tiempos de respuesta para dar asesoría al cliente sobre sus necesidades. La entrega a domicilio, también enriquece la decisión de compra de los clientes.

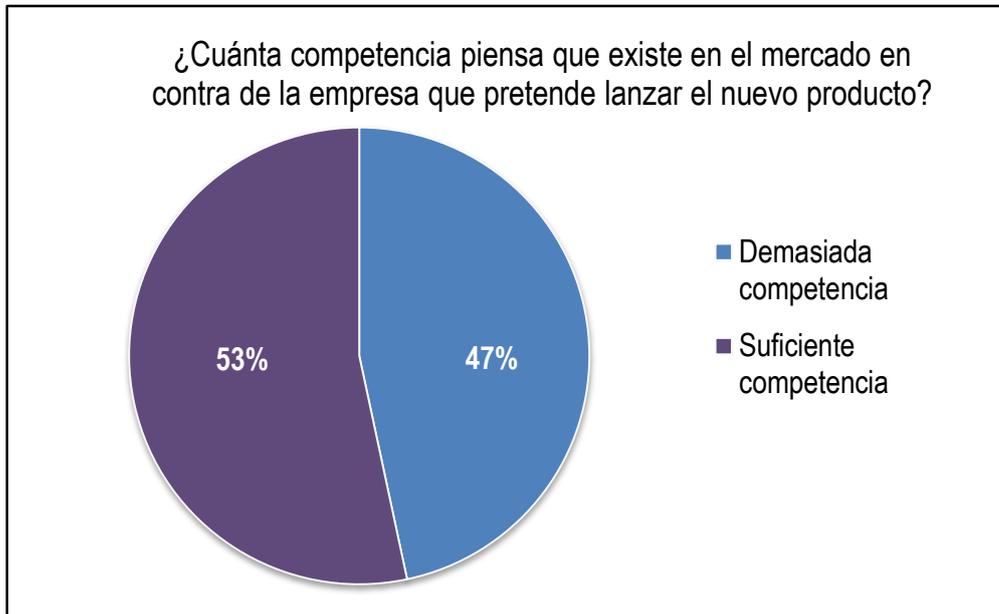
Figura 34. Factor de valor agregado que más influye en la decisión de compra de los clientes encuestados



Fuente: Elaboración propia, 2015

### 3. Competencia existente.

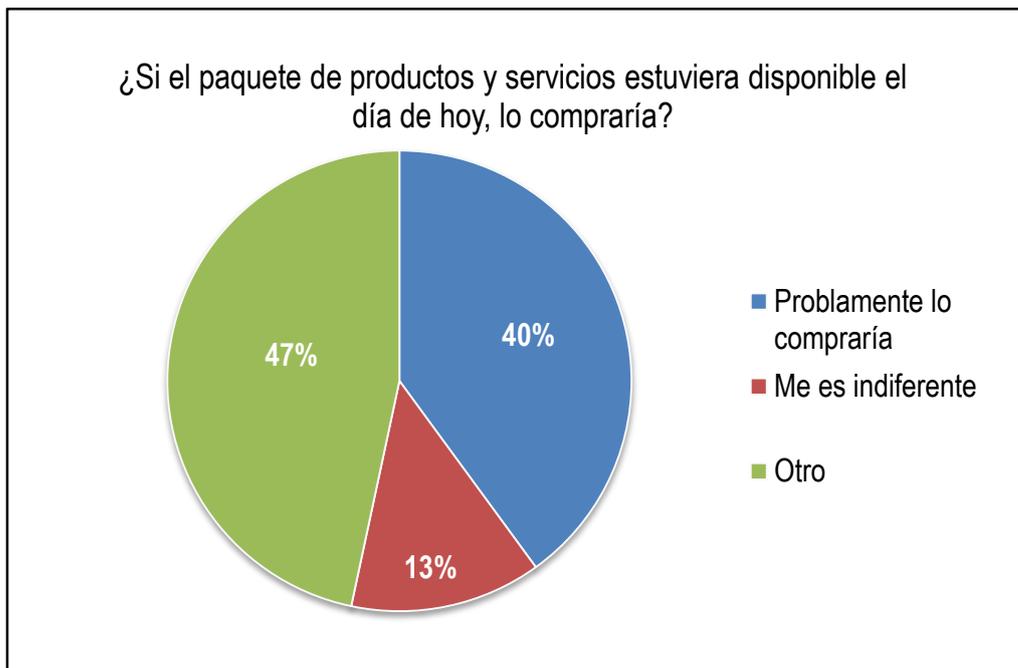
Figura 35. Percepción de la competencia existente en el mercado



Fuente: Elaboración propia, 2015

### 4. Intención de compra con propuesta actual

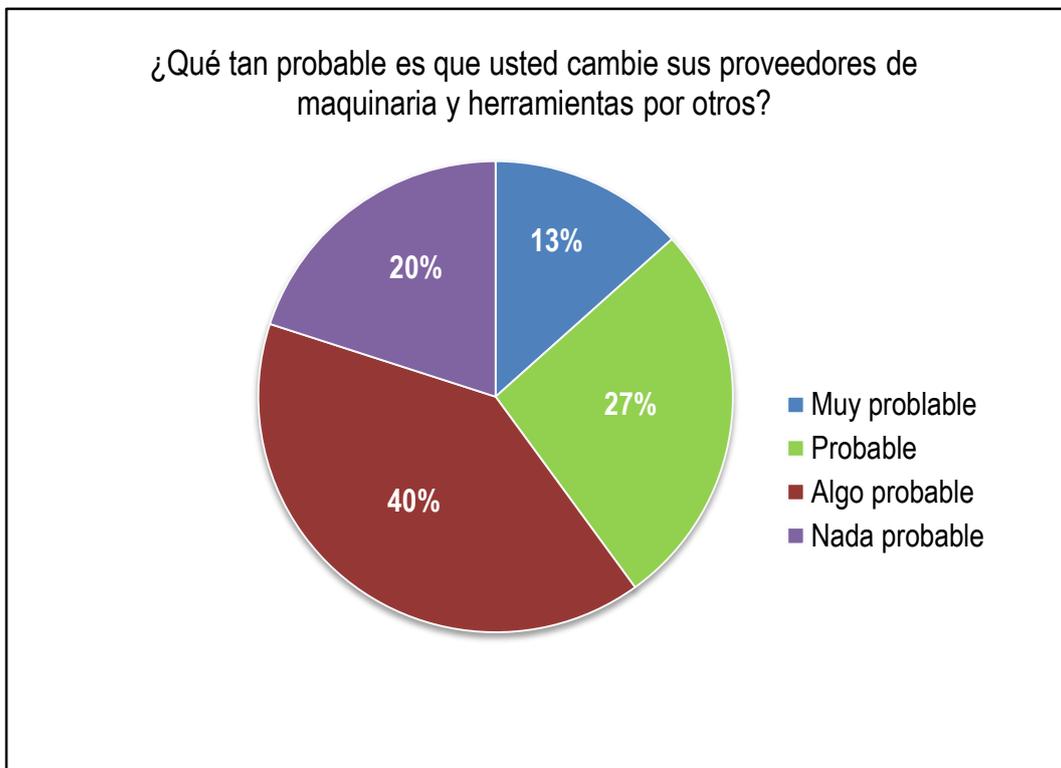
Figura 36. Intención de compra de los encuestados



Fuente: Elaboración propia, 2015.

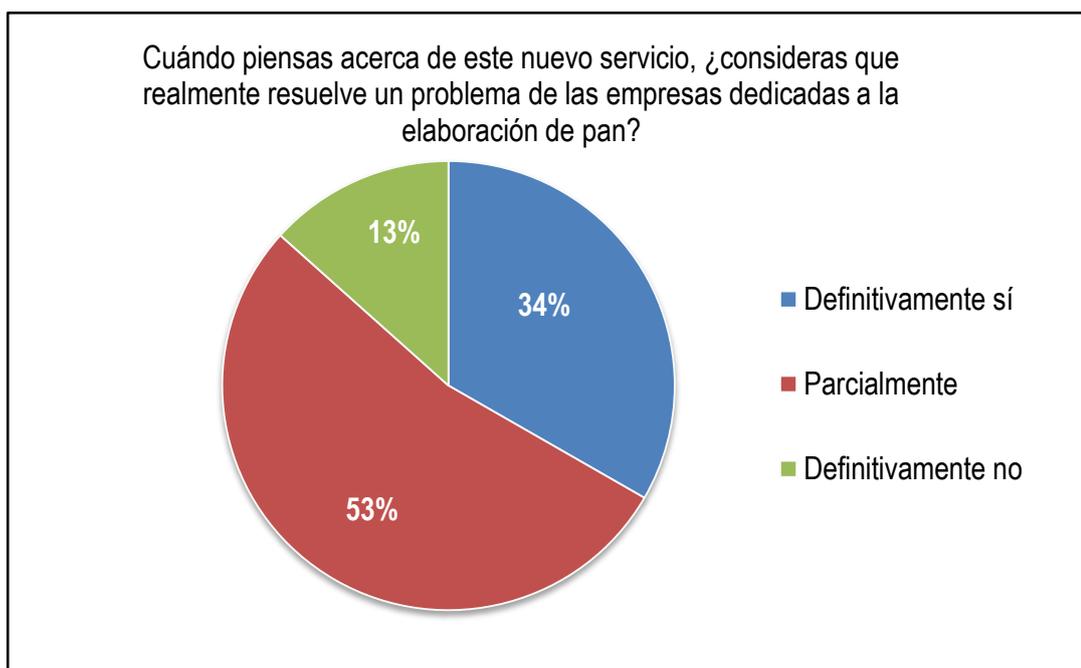
Las respuestas obtenidas en "otro" se obtuvieron debido a que los encuestados pidieron mayores informes sobre la oferta actual para tener una intención de compra clara.

Figura 37. Probabilidad de que los clientes encuestados cambien de proveedor



Fuente: Elaboración propia, 2015

Figura 38. Grado en que el nuevo producto resuelve un problema



Fuente: Elaboración propia, 2015

### 5.9.3 Ideación

Como parte de la elaboración de esta tesis se formó un equipo de trabajo para generar una mesa de discusión sobre la situación del modelo de negocio actual de la empresa. El encuentro se realizó el día martes 17 de febrero de 2015 en las instalaciones de la Coordinación de Gestión de Calidad Productiva de la UNAM.

El equipo de trabajo estuvo conformado por las siguientes personas:

- Edgar Leyva Díaz – Autor de la Tesis y Moderador
- Jesús Contreras Aguilar – Director y propietario de la empresa “Fundición El Ahorro”
- Ing. Patricia Bueno Córdoba – Jefe de Departamento de Calidad Productiva, UNAM.
- M. Agustín Gerardo Ruiz Tamayo – Profesor de Fundición del Departamento de Metalurgia, Facultad de Química UNAM
- M. Arturo Alejandro Sánchez Santiago – Profesor de Fundición del Departamento de Metalurgia, Facultad de Química UNAM
- M. Eusebio Cándido Atlatenco Tlapanco – Profesor de Fundición del Departamento de Metalurgia, Facultad de Química UNAM

Los objetivos y resultados esperados de este ejercicio fueron:

- Proponer diferentes ideas para mejorar el modelo de negocio de la empresa.
- Generar un equipo de trabajo interdisciplinario de trabajo para profundizar en la evaluación hecha a la microempresa.
- Dar seguimiento a los resultados obtenidos en el diagnóstico industrial y seleccionar las propuestas de mejora prioritarias para la empresa.
- Desarrollar ideas de nuevos productos o servicios que puede ofrecer la microempresa para reactivar sus fuentes de ingresos.
- Establecer lazos de cooperación entre la Universidad y Fundición “El Ahorro”

## Desarrollo de la mesa de discusión

### 1. Presentación del Caso de Estudio

El autor de la tesis presentó los resultados obtenidos en el análisis factorial y la problemática detectada en la empresa "Fundición El Ahorro".

### 2. Discusión sobre la situación actual de la empresa:

A continuación se resumen las ideas que se generaron como resultado del ejercicio:

- Gran parte de los problemas en las piezas obtenidas se deben al nulo control de calidad sobre las arenas que se utilizan para la fabricación de los moldes.
- Se hizo énfasis en la capacitación de la mano de obra de la empresa para lograr mejores prácticas de manufactura, implementación de 5s como base de un programa de mejora continua y en la elaboración de una página web para fortalecer la mercadotecnia de la empresa.
- Se sugirió la adquisición de termopares y un multímetro para tener control de la temperatura del proceso a un precio accesible y en consecuencia, evitar desperdicio de metal y defectos debidos a este parámetro.
- Debido a los precios competitivos que tiene la empresa en la fabricación de maquinaria para elaboración de pan, se recomendó al director de la empresa establecer un canal de ventas directo a sus clientes, adicional, al que se tiene con los intermediarios.
- Se informó al director que la inversión en fundición ferrosa sigue siendo un negocio rentable debido a que el hierro gris no ha podido ser sustituido por otros materiales. A nivel mundial, el 43% de la fundición de materiales ferrosos, pertenece a hierro gris.
- Para mejorar su oferta actual, la empresa puede comenzar la fabricación de piezas de hierro nodular. Adicionalmente, aprovechando la experiencia en fundición se pueden brindar consultorías a otras pequeñas y medianas empresas que tengan procesos similares (artesanales) a los de Fundición El Ahorro.

- El director de la empresa informó que conoce la situación actual de su empresa y uno de las limitantes que tiene es la ubicación en la que se encuentra su planta. Las instalaciones están fuera del reglamento del gobierno, lo cual ocasionó el cierre parcial de la fundidora. Comentó que sería óptimo un proyecto de reubicación de la instalación, sin embargo, no cuenta con los ánimos ni personal de apoyo. El propietario reiteró que no tiene interés en implementar mejoras en la planta debido a que trabajara hasta donde el gobierno se lo permita.
- Como conclusión de la mesa de trabajo se recomendó a la dirección no deshacerse de la experiencia con la que cuenta en el mercado, implementas acciones sencillas de mejora como la limpieza del lugar y la seguridad de los empleados.

#### 5.9.4 Pensamiento Visual

Esta técnica permite visualizar de mejor manera modelos de negocio y a esclarecer las relaciones que existen entre los nueve bloques estudiados por Osterwalder. Para ilustrar lo anterior, se presentó una propuesta de sitio web de la fundidora. En este sitio, se promueve una imagen renovada de la empresa con los productos y servicios que se propusieron las técnicas anteriores.

**Portada del Sitio Web:** Se informa sobre la capacidad que tiene la empresa para elaborar piezas de aluminio, hierro gris y dúctil. Además se incluye la pestaña “Contacto” para conocer la ubicación y datos de Fundición “El Ahorro”. Al dar click en “conoce más” los clientes podrán ver fotografías de distintas piezas que puede fabricar la empresa.

Figura 39. Portada de Sitio Web



Fuente: Elaboración propia, 2015.

**“Hornos a sus necesidades”**: Es la sección de la página web de la empresa donde se informa de su experiencia para fabricar hornos de reverbero, crisol y cubilote. Además de la fabricación, se presta servicio de consultoría para dar mantenimiento a este tipo de hornos.

*Figura 40. Sección de sitio web "Hornos a sus necesidades"*



Fuente: Elaboración propia, 2015.

**“Satisfacción garantizada”**: Es el sello de garantía que ofrece la empresa para la satisfacción del cliente, además ofrece un servicio integral: modelado, limpieza y entrega de piezas.

*Figura 41. Propuesta de satisfacción garantizada*



Fuente: Elaboración propia, 2015

### 5.9.5 Narración de historias

La narración de historias es un recurso que motiva a la empresa, mediante recursos literarios que motivan a los clientes y a la organización a implementar cambios verdaderos. A continuación se propone una historia basada en la tradición y evolución, acompañada de un cambio de imagen de la empresa.

Figura 42. Narración de historias con cambio de imagen "Fundición El Ahorro"

**E**n 1938, Don Juan "El Matador" Contreras, como muchos mexicanos inició una aventura para darle lo mejor a su familia. De ese espíritu guerrero, nació "El Ahorro", una empresa que practica el arte de transformar los metales en soluciones valiosas para nuestros clientes.

Cuatro generaciones después, somos herederos de una valiosa experiencia y pasión por la fundición. Hoy, no sólo renovamos nuestra imagen, llevamos esa pasión a un nuevo nivel: mejoramos nuestro entorno de trabajo, incorporamos a nuestra oferta el trabajo con hierro dúctil, ofrecemos la fabricación y optimización de hornos para fundición y somos productores de equipo para la industria panificadora.



## 5.10 Nuevo modelo de negocio de Fundición “Al Ahorro”

Con base en los resultados obtenidos en el diagnóstico industrial y con las técnicas aplicadas propuestas por Osterwalder (2011) se puede proponer un nuevo modelo de negocio para la empresa. A continuación se presentan las modificaciones que se hicieron a los nueve bloques y el lienzo de modelo de negocio:

### 1. Segmentos de mercado

- Empresas que necesitan trabajos de fundición artesanal de aluminio, hierro gris y dúctil para contar con refacciones para su maquinaria y que requieren bajos volúmenes de producción.
- Particulares que desean piezas específicas con diversos fines (decorativos y refacciones)
- Empresas de fundición que necesiten instalar o reparar un horno de cubilote, reverbero o rotativo. Al mismo tiempo, empresas que requieran asesoría para comenzar una planta de fundición artesanal.
- Empresas pequeñas y medianas que se dediquen a la elaboración de pan. Principalmente, ubicadas en la Zona Metropolitana del Valle de México. Estas empresas buscan equipo (cortadoras, hornos, carros espigueros, batidoras) que tenga una buena relación calidad- precio. Por igual buscan buenas políticas de mantenimiento, ya que se presentan situaciones sin previo aviso, por lo que el tiempo de respuesta debe ser rápido y de calidad.

### 2. Propuestas de Valor

- Elaboración de productos por fundición artesanal a un precio bajo. Los materiales que se trabajan son hierro gris, hierro dúctil y aluminio. Adicionalmente, se ofrece un servicio integral que contempla: la fabricación de modelos, elaboración de moldes, limpieza de piezas y maquinado de piezas. La capacidad de la planta da la posibilidad de responder a trabajos eventuales o de emergencia, que empresas más grandes de fundición no pueden atender debido a que tienen líneas de producción continua.
- Se cuenta con la experiencia y conocimientos para asesorar a empresas de fundición artesanal en la instalación y mantenimiento de sus áreas de moldeo y hornos (cubilote, reverbero o rotativo).

- Fabricación y mantenimiento de maquinaria para las empresas dedicadas a la elaboración de pan: cortadoras, hornos de gaveta, charolas de lámina negra, batidoras y amasadoras. Debido a que somos productores, se ofrece una excelente relación precio – calidad.

### 3. Canales

- Los clientes podrán conocer la oferta de Fundición “El Ahorro” a través de una página web bien diseñada y correo electrónico. El cliente podrá informarse sobre la capacidad y experiencia que tiene la empresa para fabricar diversas piezas en diferentes sectores: hidráulico, automotriz, agrícola, mecánico y artesanías. Además, conocerá los servicios de consultoría y fabricación de hornos enfocados a empresas de fundición.
- Para la entrega de maquinaria para empresas que elaboran pan la empresa establece dos canales de venta:
  - a. Canal indirecto: A través de tiendas minoristas establecidas.
  - b. Canal directo: A través de una plataforma de comercio electrónico. Esto da facilidad a la empresa iniciar a dar a conocer su producto sin necesidad de invertir en la renta de un local. Se considera la inversión en publicidad en línea como posicionamiento en buscadores (Google) y mercadotecnia en buscadores web.
- Los clientes conocen los servicios de la empresa por medio de contacto telefónico (directorio de la Sociedad Mexicana de Fundidores), publicidad de boca en boca y recorridos en fundidora. Cuando el cliente llega a la Fundición “El Ahorro”, la dirección de la empresa ofrece asesoría a los clientes, de ser necesario, la asesoría se complementa con visitas a la planta. El producto final se entrega en planta o a domicilio. Como servicios posventa, la empresa informa a sus clientes sobre el mantenimiento de los trabajos realizados y la revisión del desempeño de las piezas.

### 4. Relaciones con el cliente

- Se cuenta con asesoría personalizada para los clientes de personas que deseen algún trabajo de fundición.
- Se cuenta con un catálogo (impreso y electrónico) donde los clientes conocen la oferta actual de la empresa.
- Los tiempos de respuesta para aclarar dudas sobre presupuestos y dudas técnicas serán menores a veinticuatro horas.
- Se ofrecen recorridos en la fundidora para que las personas conozcan los procesos y el ambiente de trabajo.

- La página de internet se encuentra bien diseñada y cuenta con un blog donde se informan de nuevas tendencias en fundición, recomendaciones para operar hornos y buenas prácticas de manufactura.
- Se cuentan con promociones para los clientes que tengan buen historial de pagos.

#### 5. Actividades Clave

- Capacitación de los recursos humanos de la planta, incluyendo obreros y dirección.
- Producción de piezas por fundición en horno de cubilote.
- Fabricación de modelos, moldes, fusión y distribución de piezas.
- Fabricación, venta y distribución de maquinaria para panaderías.
- Resolución de problemas: asesoría a empresas de fundición artesanal en cuestiones técnicas.

#### 6. Asociaciones Clave

- Proveedores de materias primos e insumos.
- Empresas que dan limpieza adicional al producto terminado.
- Tiendas minoristas que ofrecen la maquinaria para elaborar pan a los clientes finales.
- Empresas que distribuyen en otros puntos de la ciudad o país, el producto terminado.
- Facultad de Química UNAM: estudio de control de arenas y horno de cubilote.

#### 7. Recursos Clave

- Recursos humanos con capacitación.
- Planta de producción con un ambiente de trabajo limpio y ordenado.
- Horno de cubilote y molino de arenas
- Herramientas: ollas de fundición, manerales, esmeriladoras e instrumentos para manejo de materiales.
- Materias primas e insumos.
- Plataforma para comercializar productos en línea.

#### 8. Costos Clave

- Compra de materia prima para procesos de moldeo y fusión.
- Costos por capacitación de mano de obra.
- Administración y publicidad de los medios electrónicos (página web y plataforma de venta)

- Costos de distribución de productos.

## 9. Fuentes de Ingresos

- Ventas por trabajos de fundición de hierro gris, aluminio, hierro dúctil
- Ventas de maquinaria para empresas dedicadas a la elaboración de pan. .
- Venta de hornos de fundición: reverbero, rotativos y de cubilote.
- Asesoría a empresas de fundición artesanal.

Figura 43. Nuevo lienzo de modelo de negocio "Fundición El Ahorro"

<p><b>ASOCIACIONES CLAVE</b> </p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proveedores de materias primos e insumos.</li> <li>2. Empresas que dan limpieza adicional al producto terminado.</li> <li>3. Tiendas minoristas que ofrecen la maquinaria para elaborar pan a los clientes finales.</li> <li>4. Empresas que distribuyen el producto.</li> <li>5. Facultad de Química UNAM: estudio de control de arenas y horno de cubilote.</li> </ol>	<p><b>ACTIVIDADES CLAVE</b> </p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacitación de recursos humanos</li> <li>2. Producción por fundición</li> <li>3. Fabricación de modelos, moldes y distribución de piezas.</li> <li>4. Fabricación, venta y distribución de maquinarias para panaderías.</li> <li>5. Resolución de problemas</li> </ol> <p><b>RECURSOS CLAVE</b> </p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recursos humanos</li> <li>2. Planta de producción: horno de cubilote y</li> <li>3. Herramientas de trabajo</li> <li>4. Materias primas e insumos</li> <li>5. Plataforma para comercializar productos.</li> </ol>	<p><b>PROPUESTAS DE VALOR</b> </p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaboración de productos por fundición artesanal a un precio bajo.</li> <li>2. Elaboración de trabajos eventuales de bajo volumen de producción.</li> <li>3. Consultoría para empresas que se dedican a la fundición artesanal.</li> <li>4. Producción, venta y mantenimiento de maquinaria para elaboración de pan. (Buena relación . Precio - Calidad)</li> </ol>	<p><b>RELACIONES CON LOS CLIENTES</b> </p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Asesoría personalizada</li> <li>2. Catálogo</li> <li>3. Visitas a planta</li> <li>4. Blog en página web</li> <li>5. Promociones</li> </ol> <p><b>CANALES</b> </p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Página Web</li> <li>2. Plataforma de Comercio Electrónico</li> <li>3. Tiendas minoristas</li> <li>4. Venta de productos en planta</li> <li>5. Entrega a domicilio</li> </ol>	<p><b>SEGMENTOS DE CLIENTES</b> </p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Empresas que requieren refacciones (hechas por fundición) para su maquinaria.</li> <li>2. Clientes particulares para trabajos decorativos o eventuales.</li> <li>3. Empresas de fundición artesanal que requieren asesoría para instalar hornos.</li> <li>4. Empresas pequeñas y medianas que se dedican a la elaboración de pan.</li> </ol>
<p><b>ESTRUCTURA DE COSTOS</b> </p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compra de materia prima para procesos de moldeo y fusión</li> <li>2. Costos por capacitación de mano de obra</li> <li>3. Administración y publicidad de los medios electrónicos</li> <li>4. Costos de distribución de productos</li> </ol>		<p><b>FUENTES DE INGRESOS</b> </p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ventas por trabajos de fundición de hierro gris, aluminio, hierro dúctil</li> <li>2. Ventas de maquinaria para empresas dedicadas a la elaboración de pan</li> <li>3. Venta de hornos de fundición: reverbero, rotativos y de cubilote.</li> <li>4. Asesoría a empresas de fundición artesanal.</li> </ol>		

Fuente: Elaboración propia, 2015

## 5.10 Diagrama de Gantt para ejecución de plan de mejora

El diagrama de Gantt es una herramienta que le permite al usuario modelar la planificación de las tareas necesarias para la realización de un proyecto. El horizonte de tiempo elegido para llevar a cabo las propuestas es de un año. Considerando los costos de cada propuesta de mejora, se estimó una inversión de \$219,250.00

Tabla 45. Diagrama de Gantt para ejecución de plan de mejora

<b>Dirección</b>	<b>Costo</b>	<b>Duración en horas</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>	<b>M7</b>	<b>M8</b>	<b>M9</b>	<b>M10</b>	<b>M11</b>	<b>M12</b>
1. Cursos enfocados al director en administración de negocios, contabilidad y buenas prácticas empresariales.	\$ 6250.00	15												
2. Capacitación a la dirección y empleados en temas relacionados con Fundación (nociones básicas).	\$ 9750.00	15												
3. Capacitar a los empleados sobre técnicas para asegurar la calidad de la producción y seguridad.	\$ 6250.00	10												
4.. Definición y difusión de la filosofía de la empresa. (Misión, visión y valores)	\$100.00	5												
5. Elaboración de organigrama empresarial.	\$0,00	3												
6. Formulación de reglamento interno de trabajo.	\$0,00	5												
7. Garantizar equipo de seguridad para los empleados y monitorear su uso.	\$10.000,00	24												
<b>Contabilidad y Finanzas</b>		<b>Duración en horas</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>	<b>M7</b>	<b>M8</b>	<b>M9</b>	<b>M10</b>	<b>M11</b>	<b>M12</b>
8. Implementar área de Contabilidad en la empresa para generar estados financieros cada seis meses.	\$36.000,00	120												
9. Establecer políticas para empleo de fondos y cuentas por cobrar.	\$0,00	5												
10. Realizar un estudio sobre diferentes fuentes de crédito y financiamiento.	\$0,00	5												
11. Elaboración de presupuestos para producción, mercadotecnia y recursos humanos.	\$0,00	10												
<b>Recursos Humanos</b>		<b>Duración en horas</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>	<b>M7</b>	<b>M8</b>	<b>M9</b>	<b>M10</b>	<b>M11</b>	<b>M12</b>
12. Realizar una junta mensual para conocer las necesidades del personal y los problemas en el trabajo.	\$0,00	6												
13. Mejorar sanitarios para empleados.	\$6.500,00	80												
14. Realizar actividades recreativas mensualmente donde participen los empleados.	\$4.500,00	36												
15. Implementar políticas y reglamentos para contratación y capacitación de empleados.	\$0,00	5												
16. Dar incentivos bimestrales a los empleados conforme a desempeño y puntualidad.	\$5.000,00	6												
<b>Mercadotecnia</b>		<b>Duración en horas</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>	<b>M7</b>	<b>M8</b>	<b>M9</b>	<b>M10</b>	<b>M11</b>	<b>M12</b>
17. Buscar alianzas con empresas de modelado y limpieza de piezas para ofrecer descuentos a los clientes.	\$0,00	15												
18. Desarrollar un folleto que muestre los productos y servicios que ofrece la fundidora.	\$1.000,00	4												
19. Desarrollar un sitio web de la empresa	\$2.650,00	5												
20. Invertir en una campaña de Google Adwords.	\$5.000,00	5												
21. Desarrollar un boletín de noticias acerca del proceso de fundición y los productos de la empresa.	\$500,00	5												
<b>Medios de producción</b>		<b>Duración en horas</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>	<b>M7</b>	<b>M8</b>	<b>M9</b>	<b>M10</b>	<b>M11</b>	<b>M12</b>
22. Implementar y controlar un programa de orden y limpieza 5s en todas las áreas de la empresa.	\$8.000,00	120												
23. Revisar mensualmente el estado de la maquinaria y herramienta	\$0,00	50												



En la calendarización se señaló un aproximado del número de horas que se recomiendan para cada propuesta de mejorar y los meses en los que deben llevarse a cabo.

Se requiere de un compromiso de la dirección y empleados para implementar cada medida propuesta, es necesario evaluar diferentes fuentes de financiamiento para adquirir los fondos requeridos y llevar con éxito la mejora en la empresa. Será de vital importancia la capacitación técnica y empresarial de los recursos humanos y dirección de la empresa para desarrollar óptimamente el plan de mejora.

## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 6.1 Análisis de resultados

Fundición El Ahorro, como muchas microempresas del país, cuenta con la versatilidad para efectuar mejoras en sus procesos operativos. Sin embargo, la falta de conocimientos, el entorno agresivo y la falta de innovación, les impide explotar al máximo su potencial.

La investigación en planta permitió conocer los problemas de operaciones que prevalecen en Fundición El Ahorro:

- Alta dependencia de los procesos de la dirección
- Falta de equipo de seguridad para los empleados
- Falta de orden y limpieza en el entorno de trabajo
- Procesos no documentados
- Alto nivel de cuentas por cobrar de la empresa (aproximadamente \$300,000)
- Falta de herramientas de mercadotecnia para dar a conocer la propuesta de valor de la empresa
- Defectos en piezas por falta de controles operativos
- Entorno agresivo

Los problemas mencionados anteriormente, se reflejaron en los resultados obtenidos por el análisis factorial de la empresa. De acuerdo con el estudio realizado los factores que presentan menor eficiencia en la empresa son: dirección (eficiencia: 30.3%), contabilidad y finanzas (eficiencia: 31.3%) y recursos humanos (37.5%). Al mismo tiempo, se puede analizar que las áreas que ocasionan estos problemas son: dirección (34.4%) y contabilidad y finanzas (19.7%). Estos resultados son útiles para asignar prioridades de acción al redactar el plan de mejora. Sin embargo, como se observa en la gráfica de eficiencias, todas las áreas de la empresa obtuvieron una eficiencia menor al 50%.

Con la aplicación del análisis factorial se logró generar un diagnóstico integral de Fundición "El Ahorro", que permite observar de una forma sistemática el efecto que tiene una deficiente coordinación de las áreas operativas de una empresa en su desempeño global.

Dentro de la mesa de discusión llevada a cabo en este proyecto, se consideraron como prioritarias las siguientes medidas:

- 1) Capacitación de la dirección
- 2) Capacitación de los recursos humanos para aumentar su compromiso con la calidad
- 3) Aplicación de programa de orden y limpieza 5S: mejora ambiente de trabajo
- 4) Iniciar con estudios en el control de calidad de las arenas que utilizan para moldeo
- 5) Desarrollo de propuestas de mercadotecnia para dar a conocer la oferta de la empresa.

En la segunda parte del proyecto se trabajó con metodología "Canvas" para re- diseñar el modelo de negocio de la empresa. El empleo de esta técnica considera las aportaciones de los clientes, el trabajo en equipo, elaboración de prototipos y el uso de herramientas creativas como el pensamiento visual y la narración de historias para conceptualizar un modelo de negocio más innovador y dinámico. Con el empleo del modelo Canvas se lograron diseñar nuevos productos y servicios de Fundación "El Ahorro", identificar nuevos segmentos de mercado, mejorar los canales de comercialización y proponer nuevas fuentes de ingresos.

La ventaja más significativa que se encontró al utilizar la herramienta para rediseñar modelos de negocio, es la incorporación de la creatividad en el desarrollo de planeación. Además, del contacto que se tiene con los clientes reales y potenciales de la empresa, y a personas expertas en negocios y manufactura. Esto enriquece y acorta el proceso de desarrollo de nuevas estrategias de productos y servicios. Sin embargo, dentro de las dificultades que se encontraron en la realización de esta tesis se encuentran:

- La encuesta corresponde a un prototipo de baja fidelidad ya que no representa las características físicas de la idea que se estaba probando. Además, las personas encuestadas muestran poca disponibilidad para responder los cuestionarios.
- Disponibilidad de horarios por parte de los integrantes del equipo de trabajo para llevar a cabo la sesión de generación de ideas y análisis de resultados. Sin embargo, considero este ejercicio como un elemento valioso para el trabajo ya que a partir, de la experiencia y conocimiento de los integrantes se evalúa de mejor manera la situación de la empresa.

Con la información obtenida en el diagnóstico y el empleo de la metodología *Canvas*, se elaboraron propuestas de mejora que van orientadas a fortalecer la estructura interna de todas las áreas de la empresa y a reorganizar la forma en que se llevan a cabo los procesos. La ventaja de la estructura de Fundación "El Ahorro" es que se pueden implementar acciones sencillas, económicas y que generen resultados impactantes en su organización;

sin embargo, la resistencia al cambio por parte de la dirección y los recursos humanos, dificultan la posibilidad de un proyecto de implementación a corto plazo

## 6.2 Conclusiones y Recomendaciones

- Se describieron los diferentes procesos en una microempresa dedicada a la fundición (artesanal), los cuales han tenido escasas mejoras desde que el negocio comenzó a funcionar. La falta de controles operativos como temperatura y composición química de las materias primas, sumado a la falta de organización en sus procesos generan la presencia de defectos de fundición en las piezas finales: alta dureza, malas tolerancias dimensionales, poros y llenado incompleto. Se recomienda a la empresa la adquisición y uso de un termopar para el registro de la temperatura, también es recomendable que inicien un estudio de las arenas que utilizan.
- Por medio del análisis factorial, se detectaron las áreas de oportunidad que se pueden explotar para acelerar la mejora de la empresa. En el caso de la microempresa estudiada se debe dar prioridad al fortalecimiento de la dirección (eficiencia: 30.26%) y a la contabilidad (eficiencia: 31.25%). Con base en esto se diseñó un plan de mejora anual con 55 propuestas que atacan a todas las áreas de la empresa, y una inversión de \$219.950,00. Sin embargo, la ejecución de cualquier propuesta (casi la mitad gratuitas) logrará un cambio en el sistema productivo en estudio.
- El estudio de la seguridad ocupacional y la administración ambiental debe ser un tema primordial para cualquier tipo de empresa, sin importar su tamaño. Las condiciones de seguridad industrial que prevalecen en Fundición El Ahorro, deben mejorarse de forma urgente, debido a los riesgos que conlleva esta actividad industrial. Respecto, a la gestión ambiental se recomienda que organicen de mejor manera sus desechos, den mantenimiento a su sistema de recolección de humo y fomenten las prácticas limpias.
- Se explicó y modificó el modelo de negocio de la fundidora por medio de la metodología Canvas. Dicha metodología es útil para visualizar los distintos elementos que permiten a una empresa generar beneficios. “El Ahorro” sigue vigente gracias a que es una empresa que atiende a segmentos pequeños de mercado que piden volúmenes de producción muy bajos o piezas que no requieren de una calidad alta. Sin embargo, los ingresos de la empresa son dependientes a un solo cliente.
- El empleo, en conjunto, de las técnicas proporcionadas por la Administración de Operaciones y *Canvas* garantizan un marco sencillo, pero efectivo para buscar la mejora de las empresas. Por un lado, el enfoque sistemático de Administración de Operaciones ayuda a entender cómo interactúan entre sí,

las áreas de una empresa. Con esto, se pueden formular propuestas para aumentar la eficiencia y la productividad de las empresas. Por otro lado, *Canvas* hace hincapié en la creatividad para desarrollar mejores propuestas de valor, buscar nuevos segmentos de mercado y generar modelos de negocio más innovadores.

- El proyecto realizado cumplió con los objetivos planeados ya que se planteó el fortalecimiento del modelo de negocio de una microempresa de fundición a través del diagnóstico industrial y propuestas, que consideraron a los clientes actuales y potenciales de la empresa, un equipo de trabajo interdisciplinario y la experiencia con la que cuenta Fundación “El Ahorro”
- Es un proyecto que enriqueció en todos los aspectos mi vida profesional y académica. En el país, existen muchas empresas que presentan problemas similares a los de Fundación “El Ahorro”, se requiere que el gobierno combata la corrupción que aqueja a estas empresas y que se lleva parte de sus utilidades. Se necesita concientizar a los dueños de estas empresas a que garanticen las condiciones necesarias de seguridad para que sus empleados gocen de buena salud ocupacional. Finalmente, es importante vincular trabajos de investigación en búsqueda de la mejora de estos sistemas productivos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Osterwalder, A. y Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation. New York, EUA: Wiley John & Sons.
2. Kotler, P. y Keller, K. (2010) Dirección de Marketing. Ciudad de México, México: Pearson Educación
3. Atlatenco, Eusebio (2010) Fundición (notas de clase). Ingeniería Química Metalúrgica, Facultad de Química. UNAM
4. Beeley, Peter (2001). Foundry Technology. Oxford, EUA: Butterworth-Heinemann.
5. ASM Handbook. Metallography and Microstructures. (2009)
6. Pérez, G. (2010) Estudio del trabajo (notas de clase). Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería. UNAM
7. Torres, R. (2015) Investigación de Operaciones (notas de clase). Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería. UNAM
8. Sampieri, H., Fernández C. y Baptista L. (2010). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill / Interamericana
9. Kalpakjian, S. (2008). Manufactura, Ingeniería y Tecnología. México: Pearson Educación.
10. Schey, J. (2000). Introduction to Manufacturing. EUA: Mc Graw Hill.
11. Callister, W. (2002) Introducción a la Ciencia e Ingeniería de Materiales. México: Reverté.
12. Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, J. (2009) Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros. México: Mc Graw Hill
13. Heizer, J. y Render, B. (2009) Administración de Operaciones. México: Pearson Educación.
14. Krajewski, L., Ritzman, L. y Malhotra, M. (2008). Administración de Operaciones. México: Pearson Educación
15. Koontz, H., Cannice, M. y Weihrich, H. (2012). Administración. Una perspectiva global y empresarial. México: Mc Graw Hill / Interamericana.
16. García, R. (1998). Estudio del Trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. México: Mc Graw Hill.

17. García, J. y Casanova C. (2000) *Prácticas de Gestión Empresarial*. España: Mc Graw Hil
18. Klein, A. y Grabinsky, N. (1965) *El análisis factorial. Guía para estudios de Economía Industrial*. México: Banco de México.
19. Johnson, M., Christensen, C. y Kagermann, H. (2008). *Reinventing your bussiness model*. Harvard Bussiness Review, 12 (80), 1 – 11.
20. Confederación Granadina de Empresarios. (2015) *Brainstorming* Recuperado de <http://www.cge.es/portalcge/tecnologia/innovacion/4112brainstorming.aspx>. Fecha de consulta: 12 de enero de 2015.
21. Dublón, M. (2013) *Las ventajas de las microempresas*. Recuperado de <http://www.gestion.org/economia-empresa/35184/las-ventajas-de-las-microempresas/>. Fecha de Consulta: 3 de Febrero de 2015
22. CONDUSEF (2013). *¿Por qué es importante el empresario PyME como usuario de servicios financieros?* Recuperado de: <http://www.condusef.gob.mx/index.php/empresario-pyme-como-usuarios-de-servicios-financieros/543-ipor-que-es-tan-importante-el-empresario-pyme-como-usuario-de-servicios-financieros>. Fecha de consulta: 20 de Febrero de 2015
23. Megias, J. (2015) *Segunda Métrica más importante de un modelo de negocio*. Recuperado de: <http://javiermegias.com/blog/2015/08/segunda-metrica-importante-modelo-de-negocio/>. Fecha de Consulta: 20 de Febrero de 2015.
24. Piedragil, A. (2014). *Crece es posible*. Soy Entrepreneur, 22 (04), 24-30.
25. Comisión Nacional de Medio Ambiente (2010). *Guía para el control y prevención de la contaminación*. Rubro: Fundación. Santiago, Chile: Editorial Mundo Nuevo.
26. SIXTINA GROUP (2013). ***Biblioteca de indicadores***. Recuperado de: <http://www.sixtinagroup.com/herramientas-y-recursos/biblioteca-de-indicadores/>
27. CODELCO (2012). ***Aspectos de seguridad en fundición***. Recuperado de: [https://www.codelcoeduca.cl/procesos\\_productivos/escolares\\_fundicion\\_seguridad.asp](https://www.codelcoeduca.cl/procesos_productivos/escolares_fundicion_seguridad.asp)
28. Aguilar, D. (2010). ***Procesos de manufactura***. Recuperado de: [http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/polilibros/P\\_terminados/procman-Aguilar-Oros/inicio.htm](http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/polilibros/P_terminados/procman-Aguilar-Oros/inicio.htm)

29. Emison. (2013) **Horno de reverbero**. Recuperado de: <http://www.emison.com/hornos%20de%20reverbero>.

# ANEXO 1. Evaluación de las diferentes áreas de la empresa

## Evaluación del área "Recursos humanos"

Factor 1	Recursos Humanos	A	B	C	D	FACTOR LIMITANTE								Situación del factor			
						RH	SUM	MP	DIR	MER	AP	ENT	CyF				
																Eficiencia	37.5
1	¿Se tiene una persona encargada del área de recursos humanos?				x											Deficiencia	62.5
2	¿Se hacen estudios para determinar las necesidades del personal?			x					x								
3	¿Cómo son los sueldos en relación con la competencia?		x											x		Factor de limitación	0.077
4	¿Se hacen estudios para evaluar si el número de personas es el adecuado?				x												
5	¿Se capacita al personal?		x											x		Factores	Porcentaje de limitación
6	¿Se cuenta con servicio médico para el personal?				x											RH	23.08
7	¿Existen reglas claras para la contratación del personal?				x											SUM	0.00
8	¿Qué tan aceptable es la rotación de personal de la organización?	x														MP	0.00
9	¿Se dan incentivos al personal?		x						x							DIR	38.46
10	¿Qué tan aceptable es la forma en que se describe la forma de realizar el trabajo?		x											x		MER	0.00
11	¿Existen sanitarios adecuados para todos los trabajadores?			x												AP	15.38
12	¿Es frecuente que ocurran accidentes dentro de la empresa?		x						x					x		ENT	7.69
13	¿Qué tan frecuente es que los trabajadores falten al trabajo?		x				x		x							CyF	15.38
14	¿Se cuenta con un horario laboral fijo y conforme a la ley?		x					x								TOTAL	100
15	¿Se cuenta con un sistema de ascensos?				x												
16	¿Se cuenta con un calendario de vacaciones y días de asueto para los trabajadores?	x														Escala	Valor
17	¿Hay una política establecida para capacitar a los trabajadores a nivel dirección y operativo?				x											A	1
18	¿Se cuenta con personal calificado?		x				x							x		B	0.5
19	¿Se conoce el importe anual de las nóminas?				x											C	0.25
20	¿Qué tan frecuentes son los conflictos entre los empleados?	x														D	0
	TOTAL	3	8	2	7	3	0	0	5	0	2	1	2				

## Evaluación del área "Suministros"

Factor 2	Suministros	A	B	C	D	RH	SUM	MP	DIR	MER	AP	ENT	CyF	Situación del factor	
														Factor de limitación	Valor
1	¿Se cuenta con normas de compra establecidas con respecto a la selección de los proveedores?				x									Eficiencia	50
2	¿Se cuenta con normas de compra establecidas con respecto a la cantidad que se debe solicitar?				x									Deficiencia	50
3	¿Se prevé que habrá escasez de las materias primas y productos auxiliares?		x						x					Factor de limitación	0.143
4	¿Se prevé que los costos de las materias primas y de los productos auxiliares se incrementarán?	x													
5	¿Se conoce el volumen de pérdidas que hay en el almacén?				x									Factores	Porcentaje de limitación
6	¿Se hace algún esfuerzo para estudiar y utilizar la información que aparece en publicaciones con respecto a nuevas fuentes de abastecimiento?				x										
8	¿Se conoce el costo total de los abastecimientos mensualmente?				x									SUM	0.00
9	¿Se contemplan y valoran los tipos de proveedores de distribución que hay en el mercado (producto, mayorista o detallista)?	x												MP	28.57
10	¿Se cuenta con una política para realizar los pedidos?				x									DIR	28.57
11	¿Se toma en cuenta la calidad que ofrecen los proveedores?	x												MER	0.00
12	¿Se toma en cuenta los precios que ofrecen los trabajadores?	x												AP	0.00
13	¿Se conoce el promedio mensual en existencias en términos físicos?		x									x		ENT	0.00
14	¿Se conoce el promedio mensual en existencias en términos monetarios?			x										CyF	28.57
15	¿Se conoce el valor mínimo de existencias con el que se puede laborar?	x												TOTAL	100.00
16	¿Se verifica la calidad de los materiales de forma cualitativa?		x						x						
17	¿Se verifica la calidad de los materiales de forma cuantitativa?		x						x				x		
18	¿Hay un exceso de compras con el promedio de los materiales utilizados?	x													
19	¿Los proveedores muestran una disposición para atender quejas que surjan de los materiales?	x													
20	¿Hay organización en el almacenamiento de los materiales?			x		x			x					Escala	Valor
														A	1
														B	0.5
														C	0.25
														D	0
	TOTAL	7	4	2	6	1	0	2	2	0	0	0	2		

## Evaluación del área "Medios de producción"

Factor 3	Medios de producción	A	B	C	D	RH	SUM	MP	DIR	MER	AP	ENT	CyF	Situación del factor		
														Factor de limitación	Valor	
1	¿Hay reglas establecidas respecto a la inversión en medios de producción y a la reposición?				x									Eficiencia	41.25	
2	La inversión en medios de producción y a la reposición, ¿se usan en la planeación y formulación de presupuestos?				x									Deficiencia	58.75	
3	¿El suministro de energía interna es eficiente?	x												Factor de limitación	0.053	
4	¿Se cuenta con una superficie de trabajo cubierta por construcciones, camino y sitios para producción y almacenamiento bien delimitados?			x		x		x								
5	¿Se cuenta con construcciones para la producción?			x							x			Porcentaje Factores de limitación	15.79	
6	¿Se cuenta con construcciones para el almacenamiento?			x							x					
7	¿Se cuenta con construcciones para usos administrativos?	x							x					RH	15.79	
8	¿Se cuenta con la maquinaria y el equipo de producción adecuados?	x									x			SUM	0.00	
9	¿Se actualiza la maquinaria y el equipo de producción para cumplir con las actividades de la empresa?	x										x		MP	15.79	
10	¿Se le da mantenimiento periódico a la maquinaria y al equipo de producción?	x									x			DIR	15.79	
11	¿Se cuenta con instalaciones adecuadas?	x												MER	0.00	
12	¿Se cuenta con planes para el reacondicionamiento de las instalaciones?				x					x				AP	31.58	
13	¿Se cuenta con un inventario de las herramientas de la empresa?				x				x					ENT	0.00	
14	¿La antigüedad de las herramientas ocupadas en la empresa es la adecuada?	x							x				x	CyF	21.05	
15	¿Se le da mantenimiento periódico a las herramientas?	x				x								TOTAL	100.00	
16	¿Se cuenta con el suficiente número de equipos de transporte?	x									x		x			
17	¿La antigüedad de los equipos de transporte adecuada?	x														
18	¿Se les da mantenimiento periódico a los equipos de transporte?	x														
19	¿Existe algún diagrama que pueda mostrar el flujo de operaciones en la fabricación de los productos en la planta?				x	x								Escala	Valor	
20	¿Se han tenido mejoras efectuadas en manejo de materiales?	x									x		x			A
TOTAL		3	9	3	5	3	0	3	3	0	6	0	4	0	0	0
														B	0.5	
														C	0.25	
														D	0	

## Evaluación del área "Dirección"

Factor 4	Dirección	A	B	C	D	RH	SUM	MP	DIR	MER	AP	ENT	CyF	Situación del factor		
														Factor de limitación	Porcentaje de limitación	
1	¿Se tiene una persona dedicada a la dirección de la organización?	X													Eficiencia	30.26
2	¿Se formulan estrategias por parte de la dirección para aumentar los beneficios de la empresa?		x						x						Deficiencia	69.74
3	¿Se tienen definidas la misión, la visión y los valores de la organización?				x											
4	¿Conoce el personal la misión y visión de la organización?				x										Factor de limitación	0.083
5	¿Se tienen definidos reglamentos y políticas?				x											
6	¿Cómo califica los resultados generales de la empresa con la organización actual?		x						x	x			x		Factores	Porcentaje de limitación
7	¿Cuenta con un organigrama empresarial?				x										RH	0.00
8	¿Se tienen definidas las áreas de operaciones de la empresa?			x					x		x				SUM	0.00
9	¿Se tienen definidas las actividades de la empresa y sus responsables?		x						x		x				MP	0.00
10	¿Se tiene delegada de manera formal la autoridad al personal de la organización?				x										DIR	66.67
11	¿Se han definido los límites de esta autoridad?				x										MER	8.33
12	¿Se elaboran presupuestos de gastos y ventas?				x										AP	16.67
13	¿Se tienen controles administrativos para el buen funcionamiento de la empresa?		x						x						ENT	0.00
14	¿Qué tan eficiente es la comunicación en la organización?		x						x						CyF	8.33
15	¿Conoce cuál es la clase de actividad manufacturera que realiza?	X													TOTAL	100.00
16	¿La empresa ha desarrollado estrategias para conformar redes o alianzas?				x											
17	¿La dirección apoya la operación eficiente de la empresa?		x						x							
18	¿Se realiza, por lo menos una vez al mes, una junta con los empleados para revisar la ejecución de las tareas?				x											
19	¿Hay una organización por líneas de jerarquía y dependencia?		x						x						Escala	Valor
															A	1
															B	0.5
															C	0.25
															D	0
	TOTAL	2	7	1	9	0	0	0	8	1	2	0	1			

## Evaluación del área “Mercadotecnia”

Factor 5	Mercadotecnia	A	B	C	D	RH	SUM	MP	DIR	MER	AP	ENT	CyF	Situación del factor		
1	¿La organización tiene bien definida sus líneas de negocios?	x													Eficiencia	40
2	¿La organización conoce el porcentaje de ventas entre sus clientes?				x										Deficiencia	60
3	¿La organización realiza un análisis retrospectivo de las ventas en los últimos años?				x											
4	¿La organización realiza un análisis retrospectivo sobre las ventas esperadas en el mediano plazo?				x										Factor de limitación	0.077
5	¿La organización conoce las demandas actuales del mercado?	x								x		x				
6	¿Se realiza un análisis acerca de las áreas o segmentos del mercado potencial que debe abarcar?				x				x	x					Factores	Porcentaje de limitación
7	¿La organización es dinámica respecto a las exigencias del mercado?	x										x			RH	0.00
8	¿La organización establece el precio de los productos con base en las características del mercado?	x													SUM	0.00
9	¿La organización identifica nuevas oportunidades de negocio?		x							x					MP	0.00
10	¿La organización identifica y fortalece los aspectos de mercado que le dan ventaja sobre la competencia?				x										DIR	30.77
11	¿La organización tiene identificados los aspectos de mercado que les dan ventajas a sus competidores?	x							x			x			MER	30.77
12	¿La organización tiene definida la estrategia de mercadotecnia para publicitar sus productos?				x										AP	0.00
13	¿La organización tiene definidas sus plazas de distribución más adecuadas para sus productos?	x													ENT	23.08
14	¿La organización tiene definidas las características, aplicaciones, impacto y todos los aspectos relacionados con sus productos?	x													CyF	15.38
15	¿La organización tiene identificados a sus principales competidores?				x										TOTAL	100.00
16	¿La organización es competitiva en mercados internacionales?				x											
17	¿La organización tiene identificadas sus líneas de negocio más rentables?	x							x				x			
18	¿La organización tiene identificadas las líneas de negocio que no agregan valor o no son competitivas?	x							x				x			
19	¿La organización tiene definido el origen de la demanda que justifica la manufactura de los productos o la prestación de los servicios?	x													Escala	Valor
20	¿La organización conoce su participación en el mercado?				x					x					A	1
	TOTAL	5	6	0	9	0	0	0	4	4	0	3	2		B	0.5
															C	0.25
															D	0

## Evaluación del área "Actividad productora"

Factor 6	Actividad productora	A	B	C	D	RH	SUM	MP	DIR	MER	AP	ENT	CyF	Situación del factor	
		1	¿La organización cuenta con un sistema de gestión de la calidad?				x								
2	¿La organización tiene identificados sus procesos, así como su secuencia e interrelación?	x												Deficiencia	53.75
3	¿Los procesos y las actividades de la organización, así como sus resultados respectivos, se encuentran debidamente documentados?				x										
4	¿La organización tiene definidos cuáles son sus clientes?	x												Factor de limitación	0.083
5	¿La organización identifica los requisitos de sus clientes, y su trabajo está orientado hacia su satisfacción?	x													
6	¿La planeación de la organización incluye el establecimiento de política, objetivos, misión y visión de la organización?				x									Factores	Porcentaje de limitación
7	¿La alta dirección de la organización realiza revisiones periódicas a la operación de la organización?	x												RH	8.33
8	¿La organización gestiona los recursos apropiados para administrar la calidad y para cumplir con los requisitos de sus clientes?	x												SUM	8.33
9	¿La organización realiza su producción y/o prestación del servicio de una forma controlada?		x						x		x			MP	0.00
10	¿La organización mide continuamente su desempeño?		x						x		x			DIR	50.00
11	¿La organización le da un seguimiento a la satisfacción del cliente?	x												MER	0.00
12	¿La organización realiza acciones de mejora de forma continua y sistemática?			x					x			x		AP	16.67
13	¿Existe un liderazgo apropiado en la dirección?		x						x					ENT	8.33
14	¿El personal está totalmente involucrado en el adecuado desempeño de la organización?		x			x			x					CyF	8.33
15	¿La organización crea "cadenas de valor" con sus proveedores?		x				x		x			x		TOTAL	100.00
16	¿Conoce las especificaciones que tiene que cumplir su producto?	x													
17	¿Conoce cuáles son los servicios de medición analítica que requiere su organización?				x										
18	¿Conoce los estándares internacionales aplicables a su organización?				x										
19	¿Conoce los requerimientos de mejora o innovación tecnológica para alcanzar los estándares internacionales?				x									Escala	Valor
20	¿La organización realiza planeación estratégica que incluya requerimientos de cliente, del mercado y del entorno en el que se desenvuelve?				x									A	1
	TOTAL	7	4	1	7	1	1	0	6	0	2	1	1	B	0.5
														C	0.25
														D	0

## Evaluación del área “Contabilidad y finanzas”

Factor 7	Contabilidad y finanzas	A	B	C	D	RH	SUM	MP	DIR	MER	AP	ENT	CyF	Situación del factor		
1	¿Se tiene una persona encargada de la contabilidad y las finanzas?		x						x						Eficiencia	31.25
2	¿Se lleva a cabo una contabilidad formal en la organización?	x													Deficiencia	68.75
3	¿Se realizan estados financieros?				x											
4	¿Se realizan estudios que muestren las tendencias de ventas y de costos de la organización?				x										Factor de limitación	0.125
5	¿El sistema contable permite a la dirección obtener información de sus necesidades financieras?		x										x			
6	¿Existe alguna persona encargada de los financiamientos de la empresa?				x										Factores	Porcentaje de limitación
7	¿Ha determinado si el capital contable de la empresa es el adecuado?				x										RH	0.00
8	¿La organización cuenta con créditos para su crecimiento?				x										SUM	0.00
9	¿Utiliza crédito para las operaciones diarias?	x													MP	0.00
10	Cuando se hace alguna expansión, ¿se analizan las necesidades de financiamiento y las posibles opciones?				x										DIR	37.50
11	¿Con qué frecuencia se obtiene el flujo de caja en la empresa?				x										MER	12.50
12	¿Es adecuado el nivel de liquidez de la empresa?		x						x	x			x		AP	0.00
13	¿Cómo es el nivel de las cuentas por cobrar de la organización?			x					x				x		ENT	0.00
14	¿La alta dirección dispone de pronósticos mensuales que le permitan prever oportunamente su situación financiera?				x										CyF	50.00
15	¿Hay una política consistente en el empleo de fondos específicos para las operaciones de la empresa?				x										TOTAL	100.00
16	¿La organización cuenta con acceso a créditos bancarios a corto y/o largo plazo?				x											
17	¿Se cuenta con créditos por parte de los proveedores?	x														
18	¿Los fondos se emplean satisfactoriamente con respecto a las operaciones de producción y ventas?	x														
19	¿La alta dirección dispone de pronósticos mensuales que le permitan prever oportunamente su situación financiera?				x										Escala	Valor
20	¿Cómo se considera la situación financiera de la empresa en relación con otras del mismo giro?		x										x		A	1
	TOTAL	4	4	1	11	0	0	0	3	1	0	0	4	0	B	0.5
															C	0.25
															D	0

## Evaluación del área "Entorno"

Factor 8	Entorno	A	B	C	D	RH	SUM	MP	DIR	MER	AP	ENT	CyF	Situación del factor	
														Factor de limitación	Porcentaje de limitación
1	¿Conoce el entorno político, financiero y social que puede afectar a la organización?		x						x			x		Eficiencia	48.75
2	¿Conoce los requisitos legales para el correcto funcionamiento de la organización?	x												Deficiencia	51.25
3	¿El ambiente dentro de la organización en cuanto a seguridad, limpieza y orden es el adecuado?			x					x						
4	¿Las vías de comunicación y la ubicación de la organización favorecen al desarrollo de las actividades?			x								x		Factor de limitación	0.053
5	¿La cercanía al mercado de proveedores es óptima para el desempeño de las actividades?		x									x			
6	¿Es adecuada la cercanía de su organización a sus clientes?		x									x		Factores	0.00
7	¿La zona donde se encuentra la organización tiene un índice delictivo bajo?			x								x		RH	0.00
8	¿Las condiciones climatológicas no interfieren con el desarrollo de las actividades de la organización?	x												SUM	5.26
9	¿Los servicios públicos con los que cuenta la organización son funcionales correctamente?	x												MP	0.00
10	¿Conoce algunos programas del gobierno u otros para ayudar a su empresa?			x									x	DIR	15.79
11	¿Se tienen disponibles recursos humanos (número, destreza y conocimientos adecuados)?			x								x		MER	15.79
12	¿El estado de las condiciones sanitarias es el adecuado para el funcionamiento de la empresa?		x						x					AP	5.26
13	¿La empresa tiene una amplia cartera de clientes?		x							x	x			ENT	47.37
14	¿Se tiene disponibilidad de crédito para financiar las operaciones de la empresa?		x										x	CyF	10.53
15	¿La empresa no presenta afectaciones en su funcionamiento por causa de impuestos?	x												TOTAL	100.00
16	¿Hay apoyo por parte de las autoridades?			x								x			
17	¿Hay apoyo por parte de los proveedores?		x				x								
18	¿Hay apoyo por parte de los competidores?			x								x			
19	¿Hay apoyo por parte de los consumidores?			x						x					
20	¿Hay apoyo por parte de cámaras o asociaciones relacionadas con la empresa?			x						x		x			
	TOTAL	4	7	9	0	0	1	0	3	3	1	9	2	0	0
														Escala	Valor
														A	1
														B	0.5
														C	0.25
														D	0

## Evaluación del área "Administración ambiental"

Administración ambiental		A	B	C	D	RH	SUM	MP	DIR	AMB	SC	MER	AP	SS	ENT	CyF	Situación del factor		
		1	¿La organización tiene definido un sistema dirigido y controlado para administrar asuntos ambientales?		x					x			x						
2	¿La organización cuenta con políticas ambientales?				x													Deficiencia	80
3	¿La organización opera de manera eficiente, limpia y segura al ambiente?		x						x				x						
4	¿La organización conoce y da cumplimiento a la legislación ambiental aplicable?		x						x									Factor de limitación	0.0625
5	¿La organización considera lineamientos internacionales para el cuidado del ambiente?				x			x					x						
6	¿La organización tiene definidos los lineamientos generales para minimizar el impacto ambiental que provoca a través de su cadena productiva ambiental?				x			x	x	x								Factores	Porcentaje de limitación
7	¿La organización tiene identificadas las actividades y los procesos que generan un impacto ambiental?				x								x					RH	0
8	¿La organización evalúa y mejora el desempeño de su sistema de administración ambiental?				x			x										SUM	0
9	¿La organización cuenta con un plan de contingencias para minimizar el impacto ambiental en caso de accidentes?				x								x					MP	25
10	¿La organización considera programas para el suministro y uso limpio y seguro de materias primas y energéticos?				x													DIR	25
11	¿La organización considera programas para la operación limpia y segura de los procesos de manufactura y servicios?		x						x				x					AMB	12.5
12	¿La organización considera programas para el transporte, la distribución y el almacenaje limpio y seguro de insumos de producción y comercialización?		x															SC	6.25
13	¿La organización considera programas para la comercialización, la venta y el uso y reutilización limpia y segura de productos?		x															MER	12.5
14	¿La organización considera programas para el impedimento o la minimización en la generación de residuos industriales?				x													AP	18.75
15	¿La organización considera programas para la cooperación limpia y responsable con organizaciones afines, con proveedores, con clientes y la comunidad?				x													SS	0
16	¿La organización realiza actividades encaminadas a minimizar la formación de contaminantes a la atmósfera, al agua o al suelo?		x							x								ENT	0
17	¿La organización realiza actividades encaminadas a minimizar la formación de residuos industriales sólidos, altamente peligrosos, peligrosos y no peligrosos?				x													CyF	0
18	¿La organización realiza actividades encaminadas a maximizar el ahorro de energía y de agua y minimizar el uso de combustibles contaminantes?		x															TOTAL	
19	¿La organización realiza actividades para promover el enlace de las cadenas productivas y comerciales con industrias afines, con proveedores y con clientes, así como la cooperación con la sociedad en materia ambiental?				x													Escala	Valor
20	¿La organización considera lineamientos internacionales para el cuidado del ambiente?				x													A	1
TOTAL		0	8	0	12	0	0	4	4	2	1	2	3	0	0	0	0	B	0.5
																		C	0.25
																		D	0

## Evaluación del área "Seguridad y salud ocupacional"

Seguridad y salud ocupacional		A	B	C	D	RH	SUM	MP	DIR	AMB	SC	MER	AP	SS	ENT	CyF	Situación del factor		
		1	¿La cuenta con un sistema dirigido y controlado en materia de seguridad y salud ocupacional?				x			x			x						
2	¿Existe en la organización uno o varios programas destinados a minimizar los riesgos a trabajadores?				x													Deficiencia	86.25
3	¿La organización muestra interés en proyectar una imagen responsable en materia de seguridad y salud ocupacional?				x				x				x						
4	¿La organización cuenta con una política de seguridad y salud ocupacional?				x				x									Factor de limitación	0.0625
5	¿La organización realiza un monitoreo y evaluación de accidentes?				x			x					x						
6	¿La organización tiene implementado un sistema de identificación del riesgo?			x				x	x	x								Factores	Porcentaje de limitación
7	¿La organización evalúa los riesgos existentes en la operación de actividades?	x											x					RH	0
8	¿La dirección de la organización realiza de forma continua y sistemática revisiones a las situaciones de riesgos?	x						x										SUM	0
9	¿La organización identifica y cumple con la legislación existente en materia de seguridad y salud ocupacional?																	MP	25
10	¿La organización documenta en cualquier medio apropiado su sistema de seguridad y salud ocupacional?				x													DIR	25
11	¿La organización conoce y aplica estándares internacionales en materia de seguridad y salud ocupacional?				x				x									AMB	12.5
12	¿La organización identifica y aplica las mejores tecnologías para mejorar la seguridad y salud ocupacional?				x													SC	6.25
13	¿La organización cuenta con un sistema de medición del desempeño en materia de seguridad y salud ocupacional?				x													MER	12.5
14	¿La organización cuenta con un programa destinado a la preparación y respuesta a emergencias?				x													AP	18.75
15	¿La organización gestiona los recursos necesarios para implementar, controlar y mejorar un sistema de seguridad ocupacional?				X													SS	0
16	¿Se incluye dentro de la visión de la organización el establecer y/o mejorar un sistema de seguridad y salud ocupacional?				x													ENT	0
17	¿La organización realiza actividades para determinar si los resultados relacionados con seguridad y salud ocupacional están conforme a lo planificado?				x													CyF	0
18	¿La cuenta con un proceso de reforzamiento orientado a mejorar el desempeño global en materia de seguridad y salud ocupacional?				x													TOTAL	100
19	¿La organización realiza una planeación en materia de seguridad y salud ocupacional?				x													Escala	Valor
20	¿Los empleados cuentan con seguridad social por parte de la empresa?	x																A	1
	TOTAL	1	3	1	15	0	0	4	4	2	1	2	3	0	0	0	0	B	0.5
																		C	0.25
																		D	0