



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE
INGENIERÍA Y CIENCIAS SOCIALES Y
ADMINISTRATIVAS

“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO Y
DISEÑO DE UN PLAN LOGÍSTICO PARA EL
MANEJO DE RESIDUOS EN UNA EMPRESA
MANUFACTURERA DE PRODUCTOS DE ACERO”

T E S I S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

P R E S E N T A N
KARINA ABIGAIL CANALES VILLAR
ANGÉLICA MONTSERRAT MARTÍNEZ CERÓN
ALEJANDRA PAMELA RAMOS ARELLANO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

P R E S E N T A N
RUBÉN ISAAC OCHOA GUERRERO
ERIKA MONSERRAT ROLDÁN MOLINEROS

ÍNDICE

Resumen.....	i
Introducción	ii
Capítulo I Marco metodológico.....	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Objetivo general.....	4
1.3 Objetivos específicos.....	4
1.4 Justificación y relevancia del estudio	4
1.5 Hipótesis.....	5
1.6 Técnicas de investigación	5
Capítulo II Marco teórico	7
2.1 Logística integral	7
2.1.1 La logística y el medio ambiente	9
2.1.2 Indicadores de desempeño logístico.....	10
2.2 El acero.....	12
2.2.1 El acero en México	12
2.2.2 Reciclaje del Acero	15
2.2.3 El acero y el cambio climático	16
2.2.4 El acero en la generación de energías renovables	17
2.3 Acero inoxidable.....	17
2.4 Reingeniería de los procesos.....	22
2.5 Capacitación	24
2.5.1 Plan de capacitación.....	24
Capítulo III Procesamiento y análisis de información	25
3.1 Recopilación, procesamiento y análisis de la información	25
3.1.1 Técnica de diario de campo.....	25
3.1.2 Técnica de observación	27
3.1.3 Análisis del proceso productivo de la empresa.....	34
3.1.4 Técnica de diagnóstico	38
3.2 Análisis de impacto al medio ambiente	39
3.2.1 Normatividad.....	40
3.3 Estudio sobre el tratamiento actual de los residuos de acero en la empresa	41

3.4 Estudio de tecnologías actuales para la mejora de los procesos en la empresa	43
3.5 Representación gráfica de información recolectada	48
3.5.1 Matriz de perfil competitivo.....	49
3.5.2 Matriz del factor de evaluación externa	50
3.5.3 Matriz del factor de evaluación interna	52
3.5.5 Matriz DOFA	54
3.5.6 Diagrama de afinidad	56
3.5.7 Diagrama de Ishikawa	63
3.6 Interpretación de datos obtenidos	65
3.7 Diseño para la optimización del proceso productivo.....	68
Capítulo IV Propuesta.....	71
4.1 Reingeniería del proceso.....	71
4.1.1 Determinación de maquinaria y equipo.....	73
4.1.2 Análisis costo beneficio de adquirir una maquinaria	76
4.1.3 Análisis comparativo de datos actuales y propuestos	78
4.1.4 Determinación de indicadores clave de rendimiento	85
4.2 Modelo logístico para el manejo de los residuos de acero.....	86
4.2.1 Plan logístico para el manejo de los desechos metálicos.....	94
4.2.2 Análisis costo beneficio de disponer correctamente de los desperdicios de acero ...	98
4.2.3 Determinación de indicadores clave de rendimiento	101
4.3 Plan de capacitación.....	102
Conclusiones	106
Bibliografía	107
Glosario	109

Resumen

Hoy en día las empresas se ven en la necesidad de alinear o adaptar sus procesos en beneficio del medio ambiente, y así, minimizar las más de 20,000 toneladas de desperdicio que son generados diariamente y que se encuentran expuestos al aire libre. Gracias a dicha oportunidad, surgió la idea de realizar la investigación que tiene por objetivo desarrollar una propuesta de estrategia logística que permita a Tapisa S.A. de C.V., empresa manufacturera de productos de acero inoxidable, manejar eficientemente los residuos generados durante el proceso de corte, adicional se generó la reingeniería del proceso que permite reducir dicha problemática, logrando de ésta manera confirmar la hipótesis planteada que consiste en la suposición de que al ser optimizado el proceso e implementado un plan logístico, la empresa maximizará sus recursos y de esta manera los costos relacionados se minimizarían.

El desarrollo del proyecto está basado en el método científico y en técnicas para la recopilación y análisis de información convencionales para la obtención de datos claros y precisos. La información presentada en el trabajo fue recolectada durante las visitas a la empresa, observando a detalle las actividades que se realizan y su interacción con el personal que labora, mediante entrevistas e intercambio de opiniones; los datos son verídicos y se encuentran bajo el respaldo de la empresa, quien otorgó su autorización para su uso y difusión como mayor les convenga sin perder de vista el enfoque académico.

Introducción

El crecimiento desmedido de la población a nivel mundial ha hecho concientizar sobre temas ambientales, haciéndose más sonado el concepto de sustentabilidad en el ámbito empresarial.

Dicha problemática ha encaminado a las empresas a desarrollar diseños de procesos integrales considerando el grado de reversibilidad y en qué medida afectan al planeta; para las organizaciones la gestión ambientalista se ha convertido en una gran ventaja, porque mejora su imagen en el mercado al diseñar procesos más amigables con el medio ambiente.

Derivado de la problemática descrita con anterioridad surgió la idea de desarrollar una tesis basada en el tema del cuidado del medio ambiente, teniendo como objetivo implementar una estrategia logística que busca el manejo adecuado a los residuos generados durante el proceso de fabricación de una empresa; la tesis se estructura en cuatro capítulos que son:

El marco metodológico, donde se describe el objeto principal de la propuesta del caso de optimización del proceso productivo y el manejo de residuos con base en la metodología de investigación científica, aunada a los objetivos generales y específicos que se persiguen durante el proyecto, así como el diseño y las variantes de los métodos de investigación a emplear para justificar el caso de estudio.

Siguiendo con el marco teórico, en donde se hace mención de información que fundamenta el caso de estudio, con lo que se describe el entorno sobre el cual se desenvuelve la investigación. Es información recopilada de libros, artículos y páginas de internet que tienen que ver básicamente con los orígenes de la logística y su desarrollo a lo largo del tiempo, la nuevas tendencia de la logística, como lo es la logística verde o inversa e información más especializada que se relaciona directamente con el caso de estudio de éste proyecto, como son, el acero y su origen, proceso de reciclaje del acero y su impacto con el medio ambiente y el comportamiento del acero en México, entre otros; información que permite tener más claro el impacto que generan los residuos en el medio ambiente cuando no se les da un buen trato y las practicas que se pueden adoptar para un mejor manejo de los mismos, logrando así el compromiso del cuidado del medio ambiente.

En el apartado del procesamiento y análisis de la información se analizan los datos obtenidos mediante las técnicas de investigación utilizadas, tanto cualitativas como son las matrices MEFE, MEFI y DOFA, por mencionar algunas, y técnicas cuantitativas como la tabla de diagnóstico y el método utilizado para diseñar la ruta que seguirán los residuos; la información recolectada se representa gráficamente para tener clara la situación de la empresa y con ello diseñar finalmente la propuesta de posible solución que permita alcanzar los objetivos señalados en este proyecto.

Capítulo I Marco metodológico

1.1 Planteamiento del problema

La tendencia de pensamiento popular es que la problemática de los desechos termina cuando estos son colocados en la basura, sin embargo, es ahí donde comienza la etapa del manejo (generación, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición) de los mismos. Actualmente las cifras de contaminación son alarmantes ya que más de 20,000 toneladas diarias de desperdicios terminan en barrancas, ríos y terrenos baldíos, lo que se convierte en agentes contaminantes y problema para la sociedad.

De acuerdo a estadísticas del Instituto Nacional de Ecología, los residuos se encuentran clasificados de la siguiente manera:

Porcentaje	Tipo de residuo
53%	Orgánica
14%	Papel y cartón
6%	Vidrio
4%	Plástico
3%	Metales varios
1%	Textiles
19%	Otro tipo de materiales

Tabla 1.1 Clasificación de los desechos. Fuente: Instituto Nacional de Ecología, 2015. ¿

Sin embargo, a pesar de las posibles ventajas económicas y ambientales que representaría la recuperación de estos materiales, se estima que únicamente se rescata para su comercialización entre el 10% y 12% del total generado. Aquellos que principalmente se reciclan en México son los desperdicios orgánicos, papel y cartón, ya que su tratamiento es más accesible y económico.

Esta problemática de manejo de residuos en México es lo que ha despertado el interés en muchas empresas por comenzar a comprometerse con la sociedad mediante el cuidado del medio ambiente; mejorando y alineando sus procesos para un desarrollo sustentable; derivado de lo anterior, surge el interés por desarrollar el proyecto de investigación enfocado a esta situación.

Se optimizará el proceso de producción para una empresa dedicada a la manufactura de productos de acero inoxidable, con la finalidad de que el uso de las materias primas sea más eficiente y en

consecuencia se genere una menor cantidad de residuos; de manera conjunta se elaborará un plan logístico para el manejo de desechos de dicha empresa.

La empresa mexicana Tapisa S.A. de C.V ha mostrado interés en formar parte del grupo de empresas comprometidas con el desarrollo sustentable; con los datos de ésta empresa se analizará la información y serán interpretadas las estadísticas que se generen para proponer una reingeniería en su proceso y la posterior implementación de un plan logístico para el manejo de sus residuos.

1.2 Objetivo general

Proponer un plan logístico que permita a Tapisa S.A. de C.V. ejecutar un manejo eficiente de los residuos de acero inoxidable que genera durante su proceso de fabricación; maximizando los recursos utilizados, reduciendo los costos relacionados y comprometiéndose con el cuidado del medio ambiente.

1.3 Objetivos específicos

- Recopilar información relevante de Tapisa S.A. de C.V. que permita identificar la problemática y sus causas.
- Analizar la situación actual en el manejo de residuos de acero generados por Tapisa S.A. de C.V. durante el proceso productivo.
- Plantear una mejora de proceso en el área de corte para el óptimo aprovechamiento de la materia prima.
- Identificar las opciones de tratamiento de residuos metálicos más cercanos a Tapisa S.A de C.V.
- Diseñar un plan de capacitación que permita a Tapisa S.A. de C.V. adaptarse al diseño logístico propuesto.

1.4 Justificación y relevancia del estudio

Hoy en día, la logística es considerada una parte fundamental de la cadena de suministros, por tanto, muchas empresas han optado por desarrollar áreas específicas para su gestión, con el fin de colaborar en pro del cuidado del medio ambiente. La logística principalmente es la encargada de la

distribución eficiente de un producto con un menor costo y un excelente nivel de servicio al cliente; también gestiona la adquisición, movimiento, almacenamiento de un producto, control de inventarios, proceso de manufactura y entrega en tiempo y forma al consumidor final, así como todo el flujo de información que conlleva.

El Ingeniero Industrial es capaz de diseñar, mejorar y construir la operación y el mantenimiento de sistemas productivos, que conduzcan al incremento de la calidad y productividad con un enfoque interdisciplinario. Por consiguiente, durante el proyecto de investigación, los Ingenieros Industriales serán los encargados de rediseñar el proceso de producción de Tapisa S.A. de C.V., teniendo como objetivo la optimización de la productividad y disminución de costos.

Con base en sus habilidades para resolver problemas concretos, los Licenciados en Administración Industrial propondrán el diseño y los modelos de mejora continua, encaminados a la gestión eficaz y eficiente de los negocios por medio de la aplicación de nuevas tecnologías y normatividad; durante el proyecto serán los encargados de asegurar que las mejoras diseñadas se lleven a cabo de la mejor manera posible.

En conjunto, ambos profesionistas diseñarán el plan de logística y gestionarán el cumplimiento del mismo; debido a su perfil interdisciplinario serán capaces de trabajar en equipo teniendo ambos la misma visión emprendedora bajo esquemas de calidad y productividad que permitan integrar técnicas para una optimización, desarrollo y mejora, tanto en los sistemas productivos y logísticos, así como una gestión competente, segura y calificada.

1.5 Hipótesis

Optimizando el proceso productivo e implementando el plan logístico, se maximizará la utilización de los recursos, se minimizarán costos y se tendrá un mejor manejo de los residuos de acero para el beneficio del medio ambiente.

1.6 Técnicas de investigación

Las técnicas de la investigación a utilizar para la recopilación de la información durante el proyecto de investigación son las siguientes:

- **Observación.** Se realizarán visitas periódicas a Tapisa S.A. de C.V. durante un mes, con el propósito de observar las actividades de la empresa y así detectar deficiencias en el proceso

de manufactura y áreas con oportunidad de mejora, a través de la percepción intencionada y controlada de los datos obtenidos.

- **Diario de campo.** De acuerdo a lo observado se extraerá la información del método actual, se cuantificará el porcentaje de aprovechamiento del acero (%A) y el porcentaje de desperdicio (%B), con base a la Tabla 4. Tabla diario de campo, la cual permitirá cuantificar el porcentaje de aprovechamiento de la materia prima de manera semanal. Dicho valor estará en función de los kilogramos de acero utilizado, expresados en x, y los kilogramos de residuos de acero generados expresados en y. El cálculo a emplear, será determinado a partir del producto derivado de la diferencia de los kilogramos de acero utilizado, menos los kilogramos de residuos de acero generados, entre los kilogramos de acero utilizado por el 100 por ciento. Se representa algebraicamente como:

$$\%A_i = \left(\frac{x_i - y_i}{x_i} \right) \times 100$$

Donde:

i= Mes a evaluar (semana 1, semana 2, semana 3..., semana i)

x= Kilogramos de acero utilizados

y= Kilogramos de residuos de acero generados

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana ... i	Total
Kilogramos de acero utilizado (x_i)	x ₁	x ₂	x ₃	x _i	∑x _i
Kilogramos de residuos de acero generados (y_i)	y ₁	y ₂	y ₃	y _i	∑y _i
% de aprovechamiento (%A_i)	(x ₁ -y ₁ /x ₁)*100	(x ₂ -y ₂ /x ₂)*100	(x ₃ -y ₃ /x ₃)*100	(x _i -y _i /x _i)*100	[(∑x _i -∑y _i)/∑x _i]*100
% de desperdicio (%B_i)	100 - A _i	100 - A _i	100 - A _i	100 - A _i	[100 - ∑A _i]

Tabla 1.2 Tabla diario de campo. Fuente: Elaboración propia, 2015.

- **Diagnóstico.** Se medirá la diferencia del porcentaje de aprovechamiento (Δ%A) del acero inoxidable contra el porcentaje de desperdicio generado en un mes, que es el tiempo durante el cual se asistirá a la empresa. Dicha información será proporcionada directamente por la empresa y serán los resultados de la semana trabajada.

Capítulo II Marco teórico

2.1 Logística integral

De acuerdo con el Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP), la logística es aquella parte de la gestión de la cadena de suministro, que planifica, implementa y controla el flujo directo e inverso y el almacenaje efectivo y eficiente de bienes y servicios, con toda la información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo, para poder cumplir con los requerimientos de los clientes, (CSCMP, 2014).

La logística moderna se originó en las prácticas del ejército americano para la movilización eficiente de sus tropas durante la Segunda Guerra Mundial; posteriormente en los años 60's las ideas que se desarrollaron en el ámbito militar fueron aplicadas al mundo industrial comenzando por la distribución de los productos. Lejos de contar únicamente con una eficiente distribución de los productos se gestionó también el flujo de materiales en planta, desde la requisición de compra de la materia prima en la empresa hasta la expedición del producto terminado de forma que se controla todo el proceso hasta que es entregado al cliente.

Los problemas y crisis políticas de los países de tercer mundo produjeron un incremento del precio de la materia prima lo que aumento el interés en el aprovisionamiento. Durante esta época la escasez de algunos recursos provocó cambios en la demanda de ciertos productos, lo que originó a disponer de inventarios para cubrir periodos de necesidad, por lo cual la gestión de los inventarios se convirtió en un factor de ahorro de costos en la empresa, (Abeza, 2012).

La logística centra su estudio a los problemas del suministro relativos al tiempo, lugar y forma en que son requeridos los bienes y servicios, las empresas no actúan de forma independiente, sino que forman una cadena de suministros o cadena logística cuya base de la estructura contiene dos dimensiones: la horizontal que corresponde al número de eslabones que la integran y la vertical, integrada por el número de miembros que constituyen cada uno de los eslabones.

Para que exista un proceso logístico debe estar compuesto por una serie de etapas, las cuales se relacionan directamente integrando las fuentes de aprovisionamiento (proveedores), la fabricación o transformación de los insumos (proceso productivo), almacenaje de materiales (materia prima y producto terminado), distribución de los productos finales (logística de transporte), ventas y clientes (retorno de la inversión), las etapas mencionadas anteriormente deben trabajar en conjunto e interrelacionarse para alcanzar los objetivos establecidos por cada organización logrando así que el flujo de información se lleve efectivamente entre las áreas (retroalimentación).

CADENA LOGÍSTICA

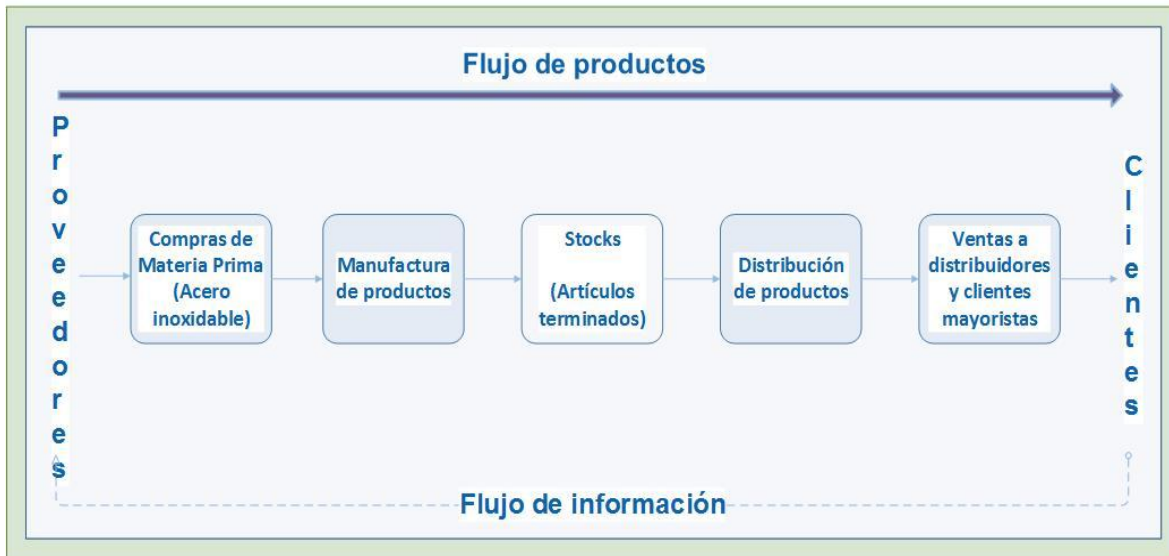


Imagen 2.1 Cadena logística. Fuente: Logística integral, 2007.

Como se puede observar en la Imagen 2.1 cadena logística, el flujo de materiales o productos en Tapisa inicia con la fuente de aprovisionamiento del proveedor hasta el punto de venta (cliente), mientras que el flujo de información viaja en sentido contrario.

De manera general, la gestión de la logística centra sus actividades en tres ciclos fundamentales:

1. Almacenaje y distribución.
2. Aprovisionamiento de materiales.
3. Fabricación (transformación de la materia prima en producto terminado).

Si las etapas se llevan de forma aislada genera controversias entre los involucrados en la cadena logística, ya que el área de abastecimiento únicamente se preocupará por adquirir suministros a bajos costos sin tomar en cuenta las órdenes de compra generando altos niveles de inventario en el almacenamiento de la materia prima.

El área de fabricación buscará producir a gran escala para abaratar los productos, por lo que el almacenamiento se incrementaría concibiendo costos altos de existencias de stock de productos terminados. La distribución no tomaría en cuenta las necesidades de los clientes reales, por lo cual la rapidez, las exigencias y la fiabilidad del mercado serían inestables, arriesgando a que los productos no sean del gusto del consumidor, por lo tanto no se venderían. Dichos ciclos, al llevarse de forma aislada generan discrepancia y evitan el control eficiente del proceso, viéndose reflejado en la continuidad del flujo de la cadena productiva, (Carranza, 2005).

En la búsqueda de una gestión de logística eficaz se desarrolla la filosofía de logística integral, que es el proceso de planificación, implementación y control eficiente del flujo efectivo de costos y almacenaje de los materiales, inventarios en curso y productos terminados, así como la información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el fin de entender las necesidades del cliente.

Se entiende con respecto a lo anterior que el principal objetivo de una logística integral es la interacción de cliente-empresa, a través de un correcto, eficiente y eficaz flujo de materiales e información a mínimos costos de operación, lo cual se traduce a un plan de ventas integral que interactúe con cada uno de los eslabones de la cadena suministro.

El control efectivo para la disminución de costos y operaciones competitivas contempla la reducción de los Lead Times de aprovisionamiento, fabricación y distribución para una disminución de los niveles de inventario. El Lead Time en el campo logístico comprende desde la detección de las necesidades de iniciar una determinada operación hasta que está totalmente concluida. Este concepto debe estar fragmentado por los diferentes segmentos que integran cada una de las acciones que se llevan a cabo en el flujo del producto, (Anaya, 2007).

Los costos logísticos que se conciben durante todo el proceso no se pueden determinar en forma general para todos los sectores empresariales; como referencia, según el Fondo Monetario Internacional, el promedio de los costos logísticos es alrededor de 12% del Producto Nacional Bruto del mundo. (FMI, 2002)

2.1.1 La logística y el medio ambiente

El crecimiento exorbitante de la población a nivel mundial ha aumentado la conciencia sobre temas ambientales, penetrándose cada día más el concepto de sustentabilidad que entre otras cosas busca la disminución de los desechos generados por los seres humanos.

Las empresas se han cuestionado sobre las formas de conformar organizaciones sustentables, identificando a lo largo de sus operaciones acciones que contribuyan a la disminución de los desechos que producen; buscando responder a las preguntas sobre ¿si es reciclable el material de embalaje?, ¿cómo se transportan los materiales peligrosos?, ¿es o no renovable el producto para su reventa?, etc., por lo que se crea la necesidad de reestructurar la cadena de suministros para gestionar eficientemente el flujo de productos destinados al reprocesamiento, la reutilización, el reciclaje o la destrucción, usando correctamente todos sus recursos disponibles.

De cierto modo la preocupación social y el interés gubernamental por el medio ambiente se ha ido introduciendo a la industria incorporando aspectos medioambientales en cada una de las actividades que desempeña. Dicha problemática ha encaminado los focos rojos de atención de las empresas a desarrollar diseños de procesos integrales considerando el grado de reversibilidad y en qué medida afectan a una determinada región o a todo el planeta o al recuperar sus productos al final de su vida útil.

La recuperación busca fundamentalmente disminuir el impacto sobre el ambiente a través de prácticas como el reciclaje, la reutilización, reduciendo el consumo energético y de agua dentro del proceso de producción, reducción de materias vírgenes extraídas y la cantidad de residuos que son enviados a los basureros. La gestión ambientalista se ha convertido para las organizaciones en una ventaja competitiva la cual les permite mejorar su imagen en el mercado al elaborar productos verdes o amigables con el medio ambiente.

Esta preocupación ambientalista dentro de las empresas ha logrado extenderse a lo largo de la cadena de suministros, iniciando desde la extracción de la materia prima hasta su destrucción una vez fuera de uso, de forma que lo que para una industria es un residuo o desecho, puede ser utilizado como materia prima para otra industria diferente, logrando así la reducción del impacto sobre el medio ambiente, (Moral, 2004).

2.1.2 Indicadores de desempeño logístico

Los indicadores de desempeño logístico son medidas de rendimiento cuantificables aplicados a la gestión logística, que permite evaluar el desempeño y resultado en cada proceso de la cadena de suministro.

Algunas de las características de los indicadores de desempeño logístico se mencionan a continuación:

- Deben ser relacionados con la misión, visión y estrategia corporativa de la organización.
- Deben ser significativos y enfocados en la acción.
- Deben ser coherentes y comparables, buscando la estandarización de los mismos para que puedan ser evaluados mediante la comparación con otras organizaciones (Benchmarking).

Los indicadores reflejan el nivel de madurez de una organización, ya que la calidad de los indicadores es de suma importancia para la gestión y toma de decisiones. Los indicadores permiten un seguimiento eficiente al sistema de gestión de calidad, de la satisfacción del cliente, de las auditorías internas, del producto y de los procesos, entre otros.

Los objetivos que tiene la implementación de indicadores logísticos son:

- Identificar los problemas operativos existentes y definir las acciones para la solución de los mismos.
- Medir el grado de competitividad de la empresa frente a sus competidores.
- Satisfacer las expectativas del cliente mediante la optimización del servicio prestado.
- Mejorar el uso de recursos asignados para aumentar la productividad en las diferentes actividades.
- Reducir gastos y aumentar la eficiencia operativa.

Solo se deben desarrollar indicadores para aquellas actividades o procesos relevantes, para lo cual se debe tener en cuenta la siguiente metodología, (Martín, 2012):

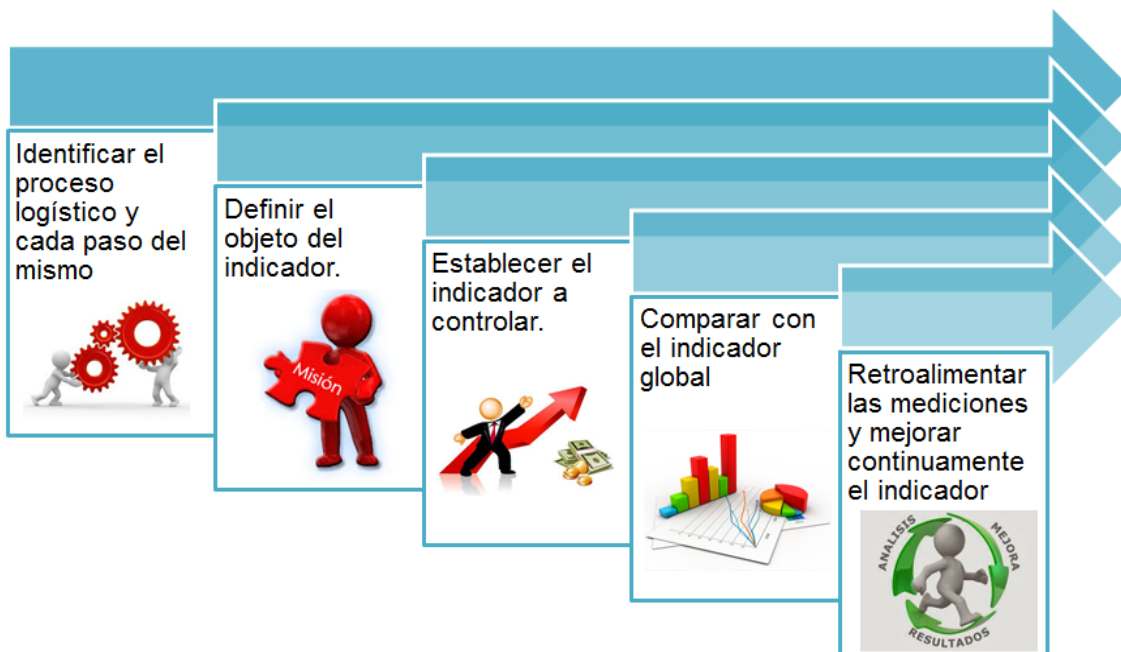


Imagen 2.2 Metodología para el desarrollo de indicadores. Fuente: Logística y aspectos estratégicos, 2012.

2.2 El acero

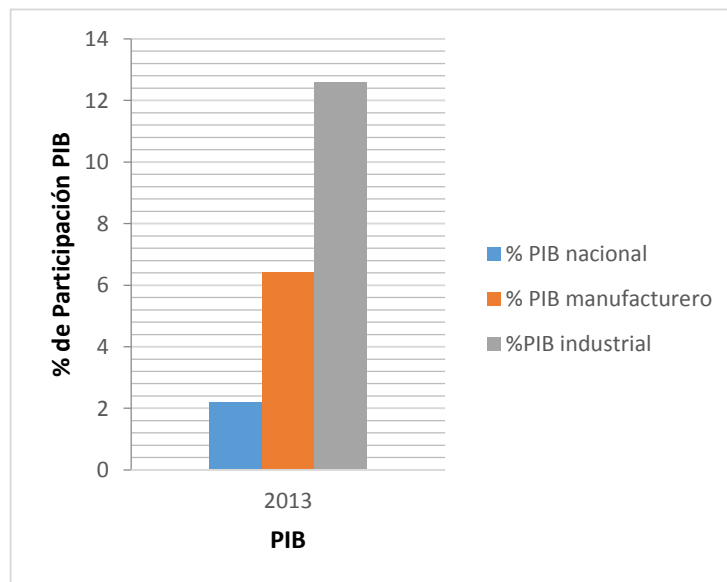
Antes de la Revolución Industrial, el acero era un material caro que se producía a baja escala, no fue sino hasta el año de 1856 cuando el inglés Henry Bessemer logra impulsar la producción masiva del acero mediante un convertidor de arrabio de acero.

El acero, es básicamente, una aleación de hierro con una pequeña proporción de carbono, proporcionándole propiedades especiales tales como dureza y elasticidad; se puede también fabricar aceros con otros tipos de componentes como manganeso, níquel o cromo.

El hierro puro tiene pocas aplicaciones industriales, pero formado aleaciones con el carbono (además de otros elementos) es el metal más utilizado en la industria moderna. Las aleaciones con contenido de C comprendido entre 0.03% y 1.76% tienen características muy bien definidas y se denominan aceros, estos generalmente son forjables, siendo ésta una cualidad muy importante que los distingue, (Martínez, 2002).

2.2.1 El acero en México

La industria siderúrgica en México desde los años 90s ha ido en incremento triplicando su capacidad productiva preparándose para la competencia que tiene en los mercados internacionales, consolidándose como el segundo productor de acero en América Latina y el 13° a nivel mundial.



Gráfica 2.1 Porcentaje de participación del PIB a nivel nacional, industrial y manufacturero. Fuente: INEGI-CANACERO, 2013.

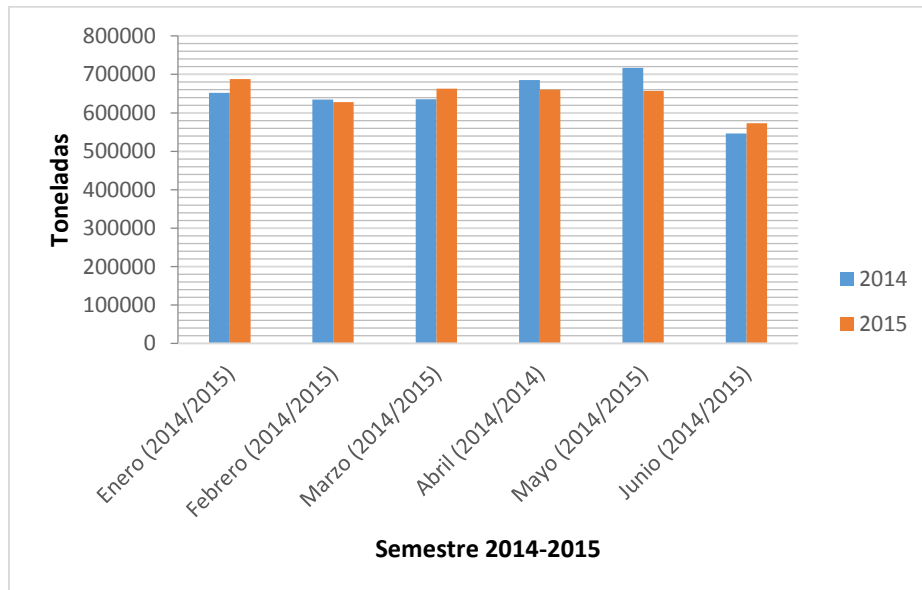
Durante el año 2013 la industria siderúrgica tuvo una participación del 2.2% respecto al PIB nacional, la siderurgia contribuyó con 6.4% del PIB industrial y en relación a la industria manufacturera en el 2013 se ubicó con el 12.6% del PIB industrial, (CANACERO, 2013).

Durante el periodo 2014-2015 el volumen de la producción minero metalurgia en México ha sido el siguiente, (Banco de Información INEGI, 2015):

Periodo	Toneladas	Periodo	Toneladas
2014/01	652353	2014/10	664652
2014/02	634674	2014/11	648938
2014/03	635424	2014/12	687174
2014/04	685294	2015/01	687470
2014/05	716827	2015/02	627605
2014/06	546224	2015/03	663126
2014/07	631966	2015/04	660393
2014/08	672477	2015/05	656933
2014/09	679093	2015/06	572883

Tabla 2.1 Producción anual en toneladas del periodo 2014-2015 Fuente: INEGI Banco de Información, 2015.

A continuación se presenta el comparativo correspondiente al primer semestre de los años 2014 y 2015 en toneladas.



Gráfica 2.2. Gráfica comparativa de la capacidad instalada del primer semestre del 2014 y 2015 Fuente: Banco de información INEGI, 2015.

Durante el periodo que transcurre de los meses de enero-junio del 2014 la capacidad instalada del volumen de producción nacional de acero fue en promedio de 645,132.66 toneladas, en el primer semestre del año en curso la capacidad instalada en promedio fue de 644,735 toneladas por lo cual se puede observar que la producción disminuyo en un 0.06 por ciento en comparación al año anterior.

Por lo cual aunque en el último periodo semestral se observó ligeramente a la baja la producción de acero, se debe tomar en cuenta que la industria siderúrgica sirve de materia prima para otros sectores industriales como la construcción, siendo esta la principal actividad económica que refleja un índice de incremento en la balanza comercial.

En México la industria siderúrgica tiene presencia a todo lo largo del país, donde se produce acero líquido destacando la producción principal en los estados de Coahuila, Michoacán, Nuevo León y Guanajuato donde su producción representa alrededor del 74.6% del total nacional.

En la siguiente tabla se presenta el porcentaje de participación por cada una de las entidades federativas que perteneces a la industria siderúrgica, las cuales participan en la producción de acero líquido a nivel nacional.

ESTADO	PARTICIPACIÓN (%)
Coahuila	26.4
Michoacán	22.1
Nuevo León	15.5
Guanajuato	10.6
Veracruz	7.5
San Luis Potosí	5.1
Puebla	5.0
Estado de México	2.6
Tlaxcala	2.3
Jalisco	1.7
Baja California Norte	1.3

Tabla 2.2 Participación en porcentaje por entidad federativa de acero líquido Fuente: CANACERO, 2015.

A continuación en el mapa de la República Mexicana se presentan señalizados los estados correspondientes a los principales productores de acero de acuerdo a la tabla 2.2, mostrada anteriormente.



Imagen 2.3 Estados de la república donde se produce acero Líquido Fuente: CANACERO, 2015.

2.2.2 Reciclaje del Acero

La recuperación y el reciclaje de metales tiene gran mérito por los siguientes motivos: algunos de los metales son tóxicos, su disposición después del uso o como residuo en desechos puede causar contaminación de suelos y afectar suministros presentes y futuros de agua; otra ventaja del reciclado es la reducción de las fuentes primarias y por lo tanto un ahorro de recursos naturales, (Pardavé, 2006).

El acero es 100% reciclable, lo que significa que puede ser procesado al mismo material manteniendo la calidad inicial. Una vez que el acero es producido, su ciclo de vida no tiene fin, haciéndolo un recurso permanente para la sociedad en función a su tiempo de recuperación. El reciclaje implica ahorros significativos en energía y materias primas, por cada tonelada de chatarra de acero reciclada se dejan de consumir alrededor de 1,400 kg de mineral y hierro, 740 kg de mineral de carbón y 120 kg de caliza.

En México el 37% de la producción nacional de acero se realiza a través del reciclaje de chatarra no obstante la producción en base a chatarra está limitada a la disponibilidad de la misma. (CANACERO, 2013)

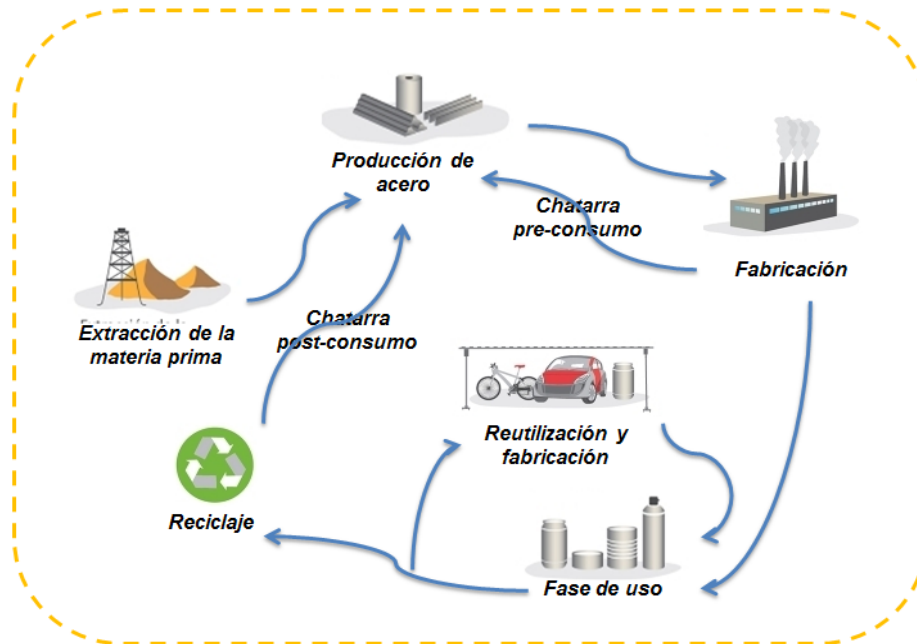


Imagen 2.4 Ciclo de vida del acero. Fuente: CANACERO, 2014.

El reúso es la mejor forma de reciclar pues solo una mínima o nula cantidad de energía adicional es requerida para su reutilización, también es susceptible a la re manufactura, ésta a diferencia del reúso permite dejar los productos como nuevos, implicando separar las piezas ensambladas de un producto, posteriormente cada pieza es limpiada, examinada por daños, y en su caso, se reemplazan por partes nuevas.

El acero es un material fundamental en la industria y en la vida moderna. Entre otros usos, se utiliza para la fabricación de envases para todo tipo de productos y alimentos, si bien es un material abundante en la naturaleza su proceso de transformación consume grandes cantidades de energía. Su reciclaje también reduce la contaminación del agua y del aire hasta en un 85%. No es biodegradable y como se oxida con facilidad en presencia de oxígeno y humedad, genera líquidos altamente contaminantes cuando se desecha en un relleno sanitario.

2.2.3 El acero y el cambio climático

La industria siderúrgica nacional consciente del cambio climático y sus implicaciones, ha unido esfuerzos que se han visto reflejados en la reducción de la intensidad de emisiones de CO₂

alcanzando a nivel sector un promedio de 1.3 toneladas de CO₂ por tonelada de acero producido, ubicándose por debajo del estándar mundial que es de 1.8 ton CO₂ /ton acero.

Se busca la generación de energías renovables, a partir de la producción de acero considerándolo un material indispensable en la construcción de paneles solares, a través de aleaciones especiales capaces de soportar elevadas temperaturas y condiciones agresivas; el acero tiene una participación importante en la generación de energía hidráulica. En la industria del transporte, el uso de nuevos grados de acero de alta resistencia en la fabricación de autos, ha logrado reducciones en el peso total del vehículo de hasta un 9% reflejándose esto en una reducción del consumo de combustibles, (Pardavé, 2006).

2.2.4 El acero en la generación de energías renovables

En la actualidad, no se puede imaginar sin la existencia del acero. El 50% de la producción de acero en el mundo tiene como destino la construcción; la generación de energía con fuentes renovables como lo es el viento, demandan éste recurso con propiedades físicas y mecánicas adecuadas a los generadores eólicos, que pueden alcanzar diámetros de hasta 126 metros y alturas de hasta 198 metros, equiparables a un edificio de 50 pisos, más altos que la Torre Latinoamericana.

La capacidad de estos aerogeneradores gigantes pueden llegar hasta 6 mega watts, los cuales pueden generar 16 millones de kilowatts anuales, energía suficiente para alimentar a 3,530 hogares, considerando un consumo de 4,533 kilowatts anuales, promedio de consumo de vivienda económica en clima cálido en México. En el sector construcción, el acero se incorpora cada vez más a la construcción de la vivienda, su uso facilita gran variedad de diseños, se pueden ampliar o modificar los espacios, su fortaleza permite edificar en donde el terreno no ofrece ventajas para la construcción tradicional, (Seóanez, 1997).

Debido a su resistencia, maleabilidad, ligereza, facilidad de montaje y su largo tiempo de vida útil aún en las condiciones más extremas, el acero cada día es más utilizado en la construcción de los más altos edificios, puentes, estaciones aéreas y de ferrocarril, instalaciones productivas, estudios, barcos, equipo de construcción, entre muchas otras aplicaciones. (CANACERO, 2013)

2.3 Acero inoxidable

La norma ISO (International Organization for Standardization) divide grupos de materiales estándar en seis tipos distintos. Cada tipo cuenta con propiedades únicas de acuerdo a la maquinabilidad y

las preparaciones que plantean distintas exigencias sobre las herramientas. A continuación se muestra una imagen que ilustra los seis grupos de materiales estándar:

ISO P	Acero	ISO M	Acero inoxidable	ISO K	Fundición
					
ISO N	Aluminio	ISO S	Superaloaciones termorresistentes	ISO H	Material endurecido
					

Imagen 2.5 Materiales de acuerdo a normas ISO. Fuente: De máquinas y herramientas, 2015.

Basándose únicamente en el tema de interés, las regulaciones de ISO P e ISO M, que son empleadas en la identificación de los metales duros, son las siguientes:

ISO P Acero	Ideal para el mecanizado de acero, acero fundido, y acero maleable de virtud larga.
ISO M Acero Inoxidable	Ideales para torneado de acero inoxidable, ferrítico y martensítico, acero fundido, acero al manganeso, fundición aleada, fundición maleable y acero de fácil mecanización.

Tabla 2.3 Clasificación de metales duros. Fuente: Tecnología de las Herramientas, 2014.

El acero suele ser de viruta larga y presentan un lujo de formación de viruta continuo, relativamente uniforme. Las variaciones suelen depender del contenido en carbono.

- Bajo contenido en carbono = material tenaz y pastoso.
- Alto contenido en carbono = material quebradizo.

De acuerdo con las normas internacionales, el acero es:

- El grupo más amplio del área de mecanizado.
- Puede ser no templado o templado y revenido con una dureza medida en escala Brinell, con un valor no mayor a 400 HB.

- Una aleación cuyo componente principal es el hierro (Fe). Se fabrica mediante un proceso de fundición.
- Los aceros no aleados tienen un contenido de carbono inferior al 0,8 % y sólo contienen Fe, pero no otros elementos de aleación.
- Los aceros aleados tienen un contenido de carbono inferior al 1,7% y elementos de aleación como Ni, Cr, Mo, V, W.

Características del mecanizado en ISO P:

- Material de viruta larga.
- Control de la viruta relativamente fácil y uniforme.
- El acero de bajo contenido en carbono es pastoso y requiere filos agudos.
- Fuerza de corte específica k_c : 1, 500–3, 100 N/mm².
- La fuerza de corte y la potencia requerida para mecanizar materiales ISO P, permanecen dentro de un margen limitado.

En cuanto al acero inoxidable (ISO M):

Éste encuentra gran parte de su aplicación en el sector de procesamiento, bridas, tubos, petróleo y gas, y en el sector farmacéutico. Durante el mecanizado forma una viruta laminar e irregular porque las fuerzas de corte son más altas que en el acero normal. Existen diversos tipos de acero inoxidable. La rotura de la viruta varía en función de las propiedades de aleación y del tratamiento térmico, desde virutas fáciles hasta otras que es imposible romper.

De acuerdo a las normas internacionales:

- Los aceros inoxidables son materiales aleados con un mínimo de un 11–12% de cromo.
- El contenido de carbono suele ser reducido (puede bajar hasta 0.01%).
- Las aleaciones son principalmente de Ni (níquel), Mo (molibdeno) y Ti (titanio).
- La capa de Cr₂O₃ que se forma en la superficie del acero lo hace resistente a la corrosión.

Características del mecanizado en ISO M / Acero Inoxidable:

- Material de viruta larga.
- El control de la viruta es regular en el ferrítico y llega a ser difícil en el austenítico y en el dúplex.
- Fuerza de corte específica: 1800–2850 N/mm²

- El mecanizado genera elevadas fuerzas de corte, filo de aportación y superficies con endurecimiento térmico y mecánico.

El Acero Inoxidable es un acero de bajo carbono, el cual contiene como mínimo un aproximado 10.50% de cromo en peso, lo que le hace un material resistente a la corrosión.

El acero inoxidable puede ser clasificado en cinco familias diferentes; cuatro de ellas: austenita, ferrita, martensita y dúplex, corresponden a las estructuras cristalinas formadas por aleaciones; mientras que la quinta son las aleaciones endurecidas por precipitación.

PROPIEDADES GENERALES DE LOS ACEROS INOXIDABLES					
Tipo	Resistencia a la corrosión	Magnéticos	Dureza	Endurecibles por tratamiento térmico	Soldabilidad
Martensíticos	Baja	Si	Alta	Si	Pobre
Ferríticos	Buena	Si	Media baja	No	Limitada
Austeníticos	Excelente	No**	Alta*	No	Excelente

Tabla 2.4 Propiedades generales de los aceros inoxidables. Fuente: Bonnet, 2014.

*: Adquiere mayor dureza al ser trabajados en frío.

** : Adquiere cierto magnetismo al ser trabajados en frío.

Por las cualidades antes mencionadas y de acuerdo al giro de Tapisa, se debe apegar a la Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos, la cual establece lo siguiente:

Apéndice normativo A

A. De las características de los materiales

1. Materiales de superficie lisa: Los materiales utilizados para recipientes de contacto directo con los alimentos deben tener las siguientes características: superficie lisa, continua, sin

porosidad ni revestimientos, no deben modificar el olor, color y sabor de los alimentos, no ser tóxicos ni reaccionar con los alimentos, se puede utilizar el vidrio, acero inoxidable, resinas de nylon polipropileno, policloruro de vinilo y aluminio, polietileno de alta densidad y polietilentereftalato; o materiales que bajo condiciones de uso continuo presenten características iguales a las de estos materiales.

2. Materiales para el empaque de alimentos: Los materiales utilizados para el empaque de alimentos durante su almacenaje o transporte, en seco, frío o caliente, deben ser desechables y cumplir con las características de materiales de superficie lisa; se pueden utilizar materiales como polipropileno, polietileno, policloruro de vinilo, polibond, alubond, polifán o materiales que presenten características iguales a las de los anteriores.
3. Materiales de superficie inerte: Son aquellos que cumplen con las características de superficie lisa y presentan resistencia al desgaste, al impacto, a la oxidación y a la corrosión. Puede utilizarse el acero inoxidable o cualquier material que bajo condiciones de uso continuo cumpla con las características señaladas.
4. Los alimentos recibidos a granel, en piezas o porciones, deben ser empacados para su almacenamiento con materiales que se ajusten a lo señalado en el punto número dos.
5. En las cámaras de refrigeración, refrigeradores, cámaras de congelación, congeladores o neveras y almacén de secos, se deben almacenar los alimentos en recipientes con tapa de material de superficie lisa (punto número uno), si el recipiente no cuenta con tapa se debe utilizar para cubrirlo material para empaque de acuerdo a lo señalado en el punto dos.
6. Los utensilios para la manipulación y proceso de los alimentos deben ser de material de superficie inerte.
7. Los materiales para las tablas de picar y cortar deben cumplir con las características de los materiales de superficie lisa, deben tener alta dureza, ser fáciles de desincrustar, lavar y desinfectar, tales como: polietileno de alta densidad, estireno y resinas policarbonatadas, preferentemente al uso de madera.
8. Las mesas de trabajo, tarjas y carros de servicio deben ser de material de superficie inerte.
9. El hielo potable debe servirse con cucharones o pinzas de material de superficie inerte.

Debido a lo antes mencionado y en cumplimiento a lo establecido por las normas oficiales, la empresa Tapisa lleva a cabo su proceso de manufactura usando acero inoxidable 100% como materia prima en todos sus productos; debido a que sus artículos tienen contacto directo con el consumidor final ya que son productos utilizados en restaurantes, hoteles, cocinas, cines, hogares, etc., que tienen contacto con los alimentos a la hora de ser procesados. Por tal motivo deben ser utensilios altamente higiénicos.

2.4 Reingeniería de los procesos

La reingeniería tiene como principal objetivo aumentar la capacidad para competir en el mercado, mediante la reducción de costos, ya sea por la producción de bienes o prestación de servicios. Las nuevas demandas dentro de los mercados encaminan a la implementación de reingeniería de los procesos para que las organizaciones busquen como objetivo principal la satisfacción de los clientes por lo tanto ser reconocida ante la competencia.

Los cuatro aspectos fundamentales que sigue la reingeniería son:

- **Revisión fundamental:** La reingeniería busca en principio determinar que debe hacer una compañía y luego como se llegara ha dicho objetivo.
- **Rediseño radical:** Busca a través del rediseño eliminar todas las estructuras y procedimientos existentes e innovar formas de realizar el trabajo. Los aspectos encaminados al rediseño buscan reinventar el negocio, no mejorarlo o modificarlo.
- **Mejoras espectaculares:** La reingeniería busca alcanzar altos niveles de rendimiento, no solo mejoras marginales; por lo cual existen tres tipos de organización para aplicar a la implementación de procesos de reingeniería:
 1. Las que no tienen alguna otra alternativa.
 2. Cuando de acuerdo a las perspectivas del mercado no son las más viables por lo que se tiene la certeza que se avecinan problemas.
 3. Las que están en condiciones óptimas.
- **Procesos:** Un proceso es una colección de actividades estructuradas, diseñadas de manera que originen un producto específico para un cliente o mercado particular (Thomas

Davenport). Los procesos cuentan con una secuencia específica de actividades de trabajo en tiempo y espacio a través del cual se generan productos y/o servicios los cuales están claramente definidos. Las actividades que se realizarán tendrán como principal objetivo lograr la satisfacción del cliente obteniendo resultados mensurables y con significado, (Treviño, 2010).

La empresa debe orientar sus esfuerzos hacia el logro de metas que consideren principalmente la satisfacción del cliente y sus criterios de valor, por lo cual los indicadores que medirán el cumplimiento de las metas y objetivos planteados son:

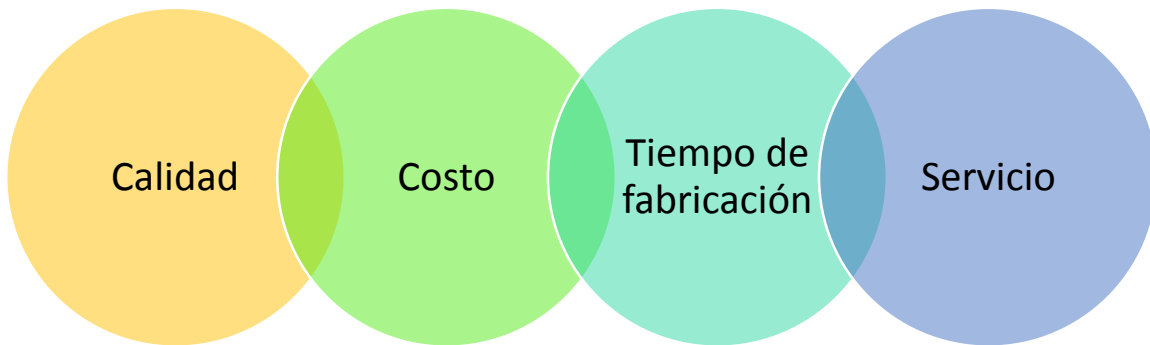


Imagen 2.6 Indicadores para el cumplimiento de metas para la satisfacción del cliente. Fuente: Administración contemporánea, 2010.

Las características fundamentales que persigue el proceso de reingeniería es generar una visión agresiva de los objetivos y metas que se quieren lograr, a través de replantear los procesos y los procedimientos que se llevan actualmente dando un giro de 180° empezando de cero, esto se verá directamente reflejado en el impacto que tendrá además de transformar a la organización en todos sus aspectos en cuanto a estructuras organizacionales, políticas, procesos, sistemas y tecnología, y capital humano.

El desarrollar e implementar un proceso de reingeniería tendrá como objetivos subyacentes dentro de la organización el ahorro de costos a corto y largo plazo a través de la mejora eficiente reduciendo los tiempos de entrega así como productos de mayor calidad satisfaciendo las necesidades del cliente. Se podrá visualizar perspectivas positivas para el futuro de la empresa debido a que su capacidad de procesamiento es la más óptima, así como su capital humano tendrá mejores condiciones de trabajo por lo cual logrará ser más productivo. El conjunto de todos los objetivos mencionados con anterioridad ayudarán a eliminar tabúes de las organizaciones y su gente en cuanto al miedo al cambio, siendo más flexible a las nuevas ideas y métodos (Pomar, 2011).

2.5 Capacitación

El desarrollo evolutivo del hombre tanto en el ámbito personal, grupal y laboral, tiene como base la educación, ya que es a través de esta es como el hombre conoce y puede poner en práctica los conocimientos adquiridos. Es por eso que en la actualidad todas las organizaciones deben de dar las bases para que sus colaboradores tengan la preparación necesaria y especializada que les permitan enfrentarse a sus tareas diarias.

Con el fin de proporcionar todos los conocimientos, alcanzar altos niveles de motivación, productividad, compromiso y solidaridad; las empresas proporcionan capacitación, que es el medio o instrumento que enseña, desarrolla y coloca en circunstancias de competencia y competitividad a cualquier persona, basada en las necesidades reales de la empresa.

El objetivo principal de la capacitación es crear valores positivos y establecer una cultura de productividad, a partir de la cual el personal se compromete a modificar su forma de pensar y de actuar en términos de calidad y productividad.

La capacitación del personal se puede aplicar principalmente a los siguientes casos:

1. En la inducción del personal de nuevo ingreso.
2. Crear, reforzar, mantener o actualizar la cultura y los valores de la organización.
3. Aclarar, apoyar y consolidar los cambios que se realizaron en la organización.
4. Habilitar al personal para una promoción.
5. Actualizar conocimientos y habilidades.

2.5.1 Plan de capacitación

Al determinar la necesidad de capacitación implicará el establecimiento de condiciones y etapas orientadas para lograr la integración del personal, así como el conjunto de métodos, técnicas y recursos que se emplearán para poder desarrollar los planes y la aplicación de las acciones a seguir para tener los resultados deseados por la empresa.

Para este propósito es necesario llevar a cabo un plan de capacitación, que es una guía en la cual se enlistan los pasos que se deberán seguir al impartir la capacitación, el tiempo de duración, así como el tipo de información que se empleará procurando que esta sea reducida, clara y eficaz para los temas a tratar dentro de la capacitación, también se tiene que considerar que no existe un plan de capacitación predeterminado ya que este se realizará de acuerdo a las necesidades de cada organización, (Drucker, 2005).

Capítulo III Procesamiento y análisis de información

3.1 Recopilación, procesamiento y análisis de la información

Este capítulo se encuentra integrado por la recopilación de la información y el procesamiento y análisis de la misma; la información recopilada durante el proyecto de investigación se hizo en apoyo con algunas de las diferentes técnicas para la recolección de información que hay; en cada apartado donde se muestra una técnica, primeramente se explica brevemente en que consiste, es decir, como es su elaboración y el objetivo que persigue, posterior a esto, se emplea la técnica ocupando datos reales del caso de estudio finalizando con el análisis del resultado obtenido.

Una vez que se tiene la información necesaria, se procede a realizar el procesamiento y análisis de la misma, dicho trabajo se presenta mediante la representación de la información en dibujos, el uso de gráficas y tablas comparativas, seguidas de una pequeña conclusión a la que se llega de acuerdo a la técnica utilizada durante el desarrollo del proyecto.

Finalmente es importante resaltar que la información que a continuación se muestra es totalmente verídica, es decir, es extraída de un caso que se presenta actualmente en la empresa donde se hizo el estudio.

3.1.1 Técnica de diario de campo

Esta técnica permitirá realizar un registro de información para la elaboración y análisis de los procesos de producción y el manejo de los residuos de acero inoxidable en la empresa, la cual se llevará a cabo de la siguiente manera:

Se programarán visitas a la empresa Tapisa, en las cuales se realizarán actividades específicas, como la obtención de información para el llenado de la tabla de diario de campo, así como observar el proceso de producción y obtener evidencia fotográfica; una vez recopilada la información y conociendo más a fondo el proceso de producción y el tratamiento de los residuos, se podrá dar la retroalimentación de las áreas de mejora, para la disminución del consumo de materia prima dentro del proceso de producción de las licuadoras industriales que fabrica la empresa y la reducción y el mejor tratamiento de los residuos que se generan.

Diario de campo				
Día	18/07/2015	25/07/2015	01/08/2015	08/08/2015
Hora	15:00 horas	15:00 horas	15:00 horas	15:00 horas
Lugar	Empresa Tapisa S.A. de C.V.	Empresa Tapisa S.A. de C.V.	Empresa Tapisa S.A. de C.V.	Empresa Tapisa S.A. de C.V.
Actividades a realizar	Observar el proceso de producción y recabar información respecto al proceso para el llenado de la Tabla Diario de Campo.	Recabar información referente a las dudas que surjan al analizar el proceso productivo.	Recabar información y fotos para soportar el Método de Observación.	Recabar información adicional y retroalimentar de los análisis generados a la empresa.
Actividades específicas	Se acudirá a la empresa para poder interactuar con el responsable asignado que proporciona información actual y relevante, misma que será útil para el desarrollo de la investigación. Se recabarán las especificaciones del proceso de fabricación del producto (licuadora industrial).	Se recopilará información y se soportará con imágenes fotográficas para llevar a cabo el método de observación en la empresa.	Se recopilará información adicional sobre el proceso productivo.	Se recopilará información adicional para detallar los análisis elaborados y disminuir el margen de error.
Descripción de las actividades observadas y registro de datos	Durante la visita se proporcionó la información sobre el proceso de fabricación que se lleva a cabo en Tapisa. Se acordó con el responsable de proporcionar información que se llevaría a cabo un análisis semanal sobre el porcentaje de aprovechamiento de la materia prima, por lo cual, proporcionarán semanalmente (durante 4 semanas) los kilogramos de acero utilizado en el proceso de corte y los kilogramos de residuos que fueron generados.	Durante la visita a Tapisa, se observó el proceso de fabricación de la licuadora de 5 L. Se tomaron las muestras de los moldes de las piezas que se utilizan para la fabricación. Se observó la forma de distribución de los moldes en las láminas de acuerdo el calibre para su corte. Se recabó información del desperdicio generado. Se tomó evidencia fotográfica del proceso y los moldes.	Se recabó información de desperdicio generado en la semana. Se identificaron en conjunto con la empresa las oportunidades de mejora, dentro del proceso de corte y el manejo de los residuos de acero inoxidable.	Se recabó la información de los residuos generados. Se entregó el análisis elaborado y se retroalimentó de los puntos de mejora que se identificaron dentro del proceso de producción, específicamente en el área de corte, para la reducción y manejo de los residuos de acero inoxidable.

Tabla 3.1 Diario de campo. Fuente: Elaboración propia, 2015.

3.1.2 Técnica de observación

De las visitas realizadas al área de manufactura de la empresa Tapisa S.A. de C.V. con la finalidad de conocer el proceso de fabricación de las licuadoras, se observaron las buenas prácticas y las áreas de oportunidad del proceso, determinando que el área donde se hará la reingeniería del proceso sería el área de corte.

De la técnica de observación se obtuvo la siguiente evidencia fotográfica:

La imagen representa el proceso de soldadura, proceso que viene después del rolado tanto del vaso como de la funda, utilizado para unir ambos extremos de las piezas y éstas adquieran y sostengan la forma de un cono; es sin duda la parte esencial de la licuadora, ya que es en ésta pieza donde se vacía el contenido a procesar.



Imagen 3.1 Área de soldadura. Fuente: Elaboración propia, 2015

El área de torneado realiza los barrenos necesarios que demanda la licuadora para que posteriormente el ensamble pueda ser asegurado con tornillos. Dicho proceso es ilustrado por las siguientes imágenes.



Imagen 3.2 Área de torneado. Fuente: Elaboración propia, 2015.



Imagen 3.3 Proceso de barrenado. Fuente: Elaboración propia, 2015.

La imagen 3.4 muestra el esmerilado que se realiza a algunas de las piezas, con la finalidad de obtener un acabado fino y de buena calidad, para que a la hora del ensamble de las piezas, estas embonen correctamente en su lugar sin tener que ser forzadas o tener que ser retrabajadas, ya que el producto final podría perder estética al final del proceso y si se diera el retrabajo, la empresa presentaría un costo de producción fuera del estimado.



Imagen 3.4 Área de esmerilado. Fuente: Elaboración propia, 2015.

La parte del acabado que se le da a la licuadora se logra a través del proceso de pulido, que se realiza con la finalidad de obtener un aspecto brillante, que es lo que le da presencia al producto final.



Imagen 3.5. Área de pulido y acabado. Fuente: Elaboración propia, 2015.

La empresa cuenta con maquinaria semi-automática, automática y manual. Durante el análisis del proceso de fabricación de la licuadora industrial, se percató de que Tapisa aprovechaba de la mejor manera los recursos, el tiempo y el equipo, pero durante el subproceso de corte de la materia prima (acero inoxidable) se observó que para el trazo de las piezas son usadas placas y moldes de acero, mismas que se acomodan como el operador crea conveniente. El área cuenta con medidas específicas plasmadas en una tabla que se encuentra colgada en la pared del cuarto donde se sitúa el departamento de corte.

Dicha actividad conlleva a que las medidas marcadas varíen y que exista margen de error durante el trazo y el corte; el desperdicio es variable y depende de cómo el operador acomode los patrones y realizando el proceso, ya que se cuenta con personal con experiencia en el área debido al tiempo de laborar para la empresa, y personal que es de reciente ingreso que aún no domina el proceso correctamente.

En la imagen 3.6 se muestran los moldes que son utilizados para la fabricación de las licuadoras de cinco litros en acero inoxidable; dichos moldes son los utilizados por los trabajadores del área de corte para marcar en las láminas de acero las piezas que conforman la licuadora para posteriormente ser cortadas con una sierra manual semiautomática.

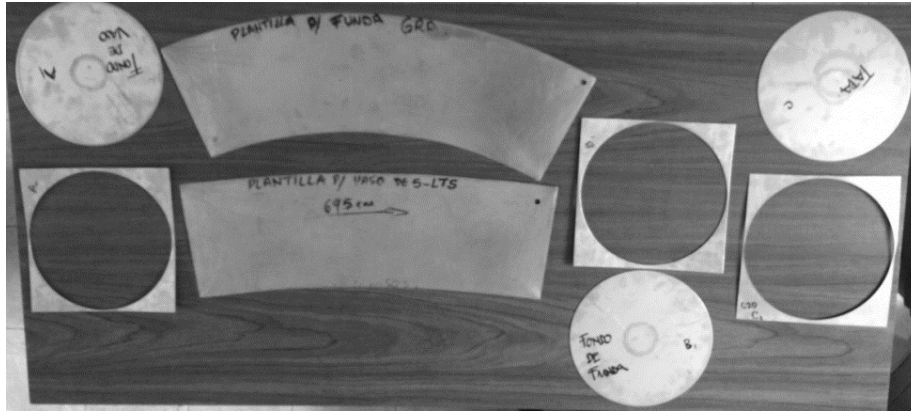


Imagen 3.6 Moldes de licuadora en acero inoxidable. Fuente: Elaboración propia, 2015.

A continuación se muestran imágenes por separado de cada uno de los moldes que son utilizados en el proceso de corte.

- La imagen 3.7 muestra la plantilla para marcar el vaso de la licuadora de cinco litros, la cual tiene una forma semiconica.

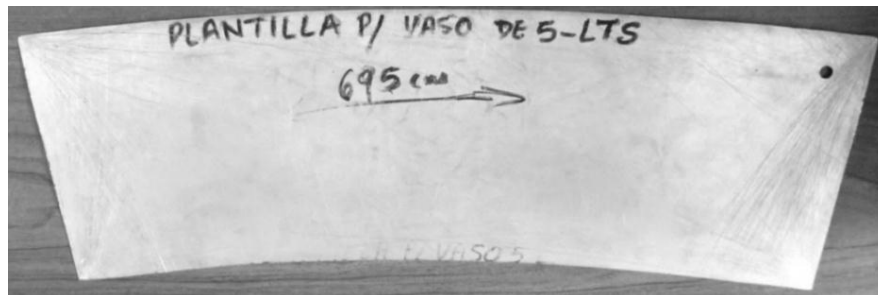


Imagen 3.7 Plantilla para vaso de licuadora. Fuente: Elaboración propia, 2015

- La imagen 3.8 permite visualizar la plantilla utilizada para marcar la funda que cubre el vaso de la licuadora, la cual al igual que la plantilla para el vaso posee una forma semiconica.



Imagen 3.8 Plantilla para funda. Fuente: Elaboración propia, 2015.

- La siguiente imagen, la 3.9 muestra la plantilla para marcar el fondo del vaso de la licuadora, la pieza circular es el fondo mientras que el cuadrado con el círculo en medio es el desperdicio generado después del proceso de corte.

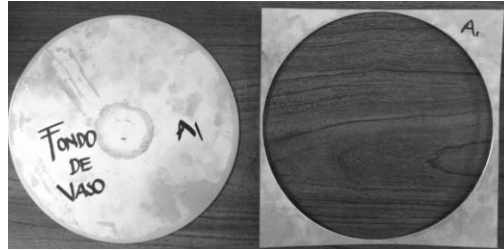


Imagen 3.9 Fondo de vaso (A). Fuente: Elaboración propia, 2015.

- La imagen 3.10 muestra la plantilla para marcar el fondo de la funda, al igual que la plantilla anterior, la pieza utilizada en la fabricación de la licuadora es el círculo y el cuadrado con el círculo en medio es el desperdicio generado durante el proceso de corte.

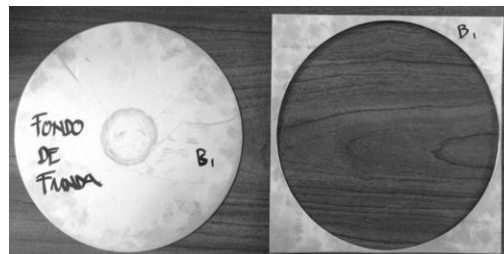


Imagen 3.10 Fondo de funda (B). Fuente: Elaboración propia, 2015

- Finalmente para terminar con los moldes, se muestra en la imagen 3.11 la plantilla para la tapa de la licuadora, una vez más por la naturaleza de la pieza y por el proceso tan manual que tiene la empresa, la pieza útil es el círculo y el desperdicio es el cuadrado con el círculo en medio; esto debido a que para poder cortar las piezas circulares primeramente marcan un cuadrado y localizan el centro, para que éste sea su eje base para realizar el corte con la máquina que tienen para realizar el proceso.

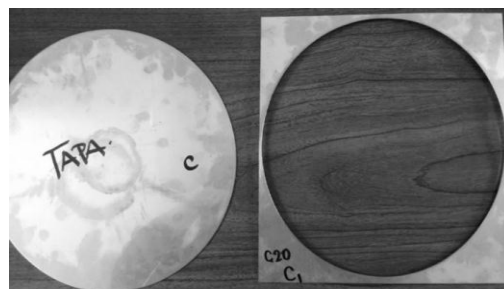


Imagen 3.11 Tapa (C). Fuente: Elaboración propia, 2015.

A continuación la imagen 3.12 muestra cómo es que se hace el proceso de corte de las piezas circulares, en ésta imagen se puede notar el punto centro que se necesita tener como base para poder cortar los círculos, debido a que la maquina utilizada es totalmente manual.



Imagen 3.12 Proceso de corte. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Finalmente la imagen 3.13 simula como se hace el proceso de rolado para que las piezas tanto del vaso como de la funda adquieran la forma de un cono y la licuadora comience a tomar la forma.



Imagen 3.13 Proceso de rolado. Fuente: Elaboración propia, 2015.

La imagen que a continuación se muestra refleja el almacén de producto terminado, ahí se puede observar el aspecto brillante que adquieren las licuadoras después del proceso de pulido y en general la buena presentación que tienen ya como producto final, listas para ser distribuidas a sus clientes.



Imagen 3.14 Almacén de productos terminados. Fuente: Elaboración propia, 2015.



Imagen 3.15 Acabado final de los vasos de la licuadora. Fuente: Elaboración propia, 2015.

3.1.3 Análisis del proceso productivo de la empresa

Anteriormente en la técnica de observación se explicó brevemente el proceso de producción de la empresa acompañado de evidencia fotográfica. En éste apartado se describirá nuevamente el proceso productivo pero con un enfoque más técnico y utilizando técnicas de ingeniería útiles para la representación de un proceso productivo que permitan identificar las áreas de mejora, las actividades críticas y definición de indicadores de rendimiento. El análisis que a continuación se muestra también contiene evidencia fotográfica, imágenes que tratan de ilustrar el recorrido que sufre el producto analizado durante el proceso de producción.

El proceso de manufactura de las licuadoras industriales comienza verificando en el almacén la existencia suficiente de materia prima, en caso de que no se cuente con el stock necesario se hace un requerimiento de la misma al departamento de compras, proporcionándoles la cantidad y tipo de acero recorridos, así como la fecha que se necesita que el material se encuentre en la empresa, una vez que se cuenta con la materia prima se lleva al área de corte en donde se marcan las piezas de acuerdo al patrón que se tiene y cortan con una cizalla mecánica semiautomática.

Dependiendo de la pieza se le da forma mediante un proceso llamado metal spinning que consiste en darle forma a un disco de metal contra un molde o un perfil, este molde se coloca en un torno y se aplica presión para dar forma a la pieza. En caso de que se requiera se realiza un rolado, que es el proceso mediante el cual se hace pasar el metal mediante rodillos para darle una forma determinada; ambos procesos descritos se aplican para el vaso y la funda de la licuadora, con la finalidad de que adquieran la forma tipo cónica.

Una vez que tanto el vaso como la funda tienen la forma deseada se soldan para que queden unidas, el proceso de soldadura es de suma importancia y por lo tanto se hace con mucho cuidado ya que por estética es deseable que el cordón de soldadura sea lo más delgado posible con la finalidad de que sea casi invisible, aunque para lograr éste acabado se recurre al proceso de esmerilado. Una vez que se tienen todas las piezas requeridas, se realiza el ensamble mediante el soldado de todas las partes y en el caso de algunas, se realizan los barrenos necesarios.

Posteriormente se pulen las piezas para lograr obtener el acabado deseado; que por ser un producto de uso higiénico y de consumo directo, debe tener un acabo brillante casi espejo por estética. Finalmente se ensamblan las partes eléctricas y los accesorios de la licuadora, que es la parte final del proceso de producción; una vez que la licuadora se encuentra completamente fabricada se empaca y son colocadas en el almacén de producto terminado para su resguardo, permanecen ahí hasta que son solicitadas por un cliente o mientras llega su fecha de entrega.

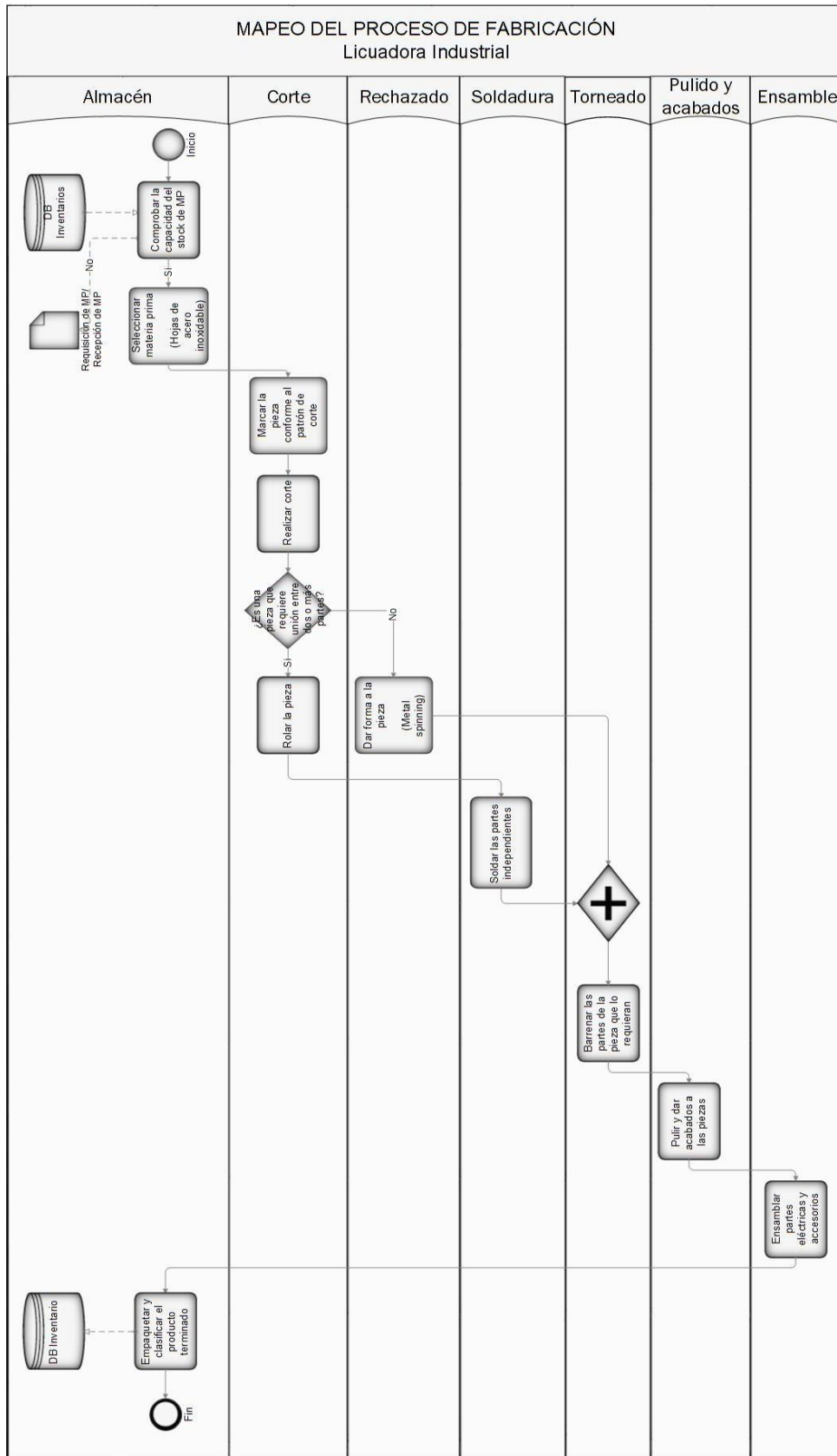


Diagrama 3.1 Proceso de fabricación de la licadora industrial. Fuente: Elaboración propia, 2015.

El modelo de licuadora a utilizar como base para el estudio y análisis del proyecto es la licuadora industrial de cinco litros, esto debido a que es la máquina que más comercializa la empresa por la gran demanda que tiene. Cuenta con una adecuada capacidad de molido, licuado y facilidad de operación que los consumidores prefieren, esto la ha colocado como una de las preferidas en los comedores industriales, restaurantes y comercios de comida.

Para tomar en consideración los atributos de la máquina, se debe saber que:

1. El indicador de la fuerza real de licuado y molido de una licuadora no es el número de velocidades sino la potencia del motor.
2. La seguridad de la máquina se centra en la tapa del vaso, debido a que ésta no sale expulsada al poner en marcha la licuadora.
3. La limpieza resulta sumamente importante, debido a que el material es esencialmente bajo en carbono lo que le hace un material resistente a la corrosión y el desgaste.



Imagen 3.16 Licuadora industrial 5L completamente ensamblada. Fuente: Elaboración propia, 2015.

La capacidad del vaso es de 7L pero la capacidad real es de 5L; la potencia es de un caballo de fuerza (HP), con 127 V C.A., con una frecuencia de 60 Hz, revoluciones por minuto nominal de 3550, un peso aproximado de 18 kg y sus dimensiones aproximadas son de 25x25x73 cm.

La licuadora industrial se conforma de los siguientes componentes:

Para el vaso de licuadora y tapa:

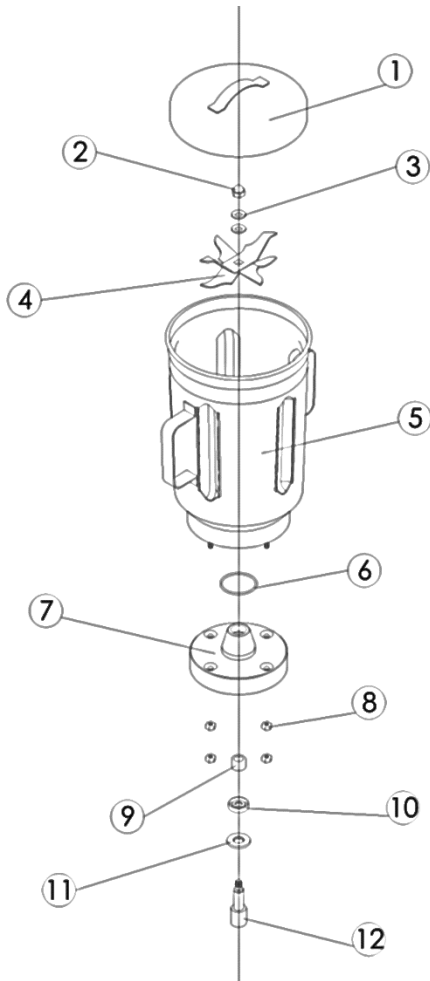


Imagen 3.17. Partes de vaso de licuadora. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Para la base, cubierta y motor:

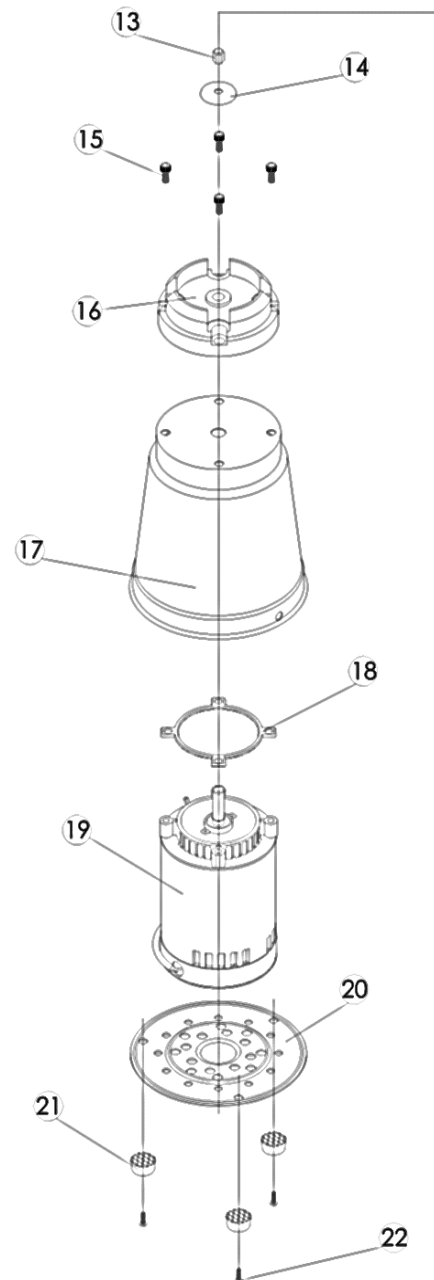


Imagen 3.18 Partes de base de licuadora. Fuente: Elaboración propia, 2015.

En donde las partes son:

No.	Nombre
1	Tapa
2	Tuerca bellota
3	Rondana
4	Aspas
5	Vaso
6	Oring
7	Base vaso
8	Tuerca base vaso
9	Buje
10	Reten
11	Tapa reten
12	Eje doce lados
13	Eje hexagonal de motor
14	Charola antiderrames
15	Tornillos cabeza plana
16	Base de motor
17	Cubierta de motor
18	Pasa cable
19	Apagador
20	Unión motor
21	Motor
22	Cable tomacorriente

Tabla 3.2 Lista de partes de la licuadora industrial. Fuente: Elaboración propia, 2015.

3.1.4 Técnica de diagnóstico

Durante un mes Tapisa S.A. de C.V. proporcionó información referente a su producción, como lo es el número de piezas que se fabricaron, de qué modelo y los kilos de desperdicio generados durante la producción, para que con esa información se pudiera calcular el porcentaje de aprovechamiento de acero que tiene la empresa actualmente y el porcentaje de desperdicio que se genera; para así tener un parámetro de comparación cuando se haga el análisis del costo beneficio de la propuesta a la empresa, que busca reducir los desperdicios y tener mejor aprovechamiento de los recursos.

El porcentaje de aprovechamiento que se muestra en la tabla 3.3 es el resultado del análisis realizado a partir de la información proporcionada por la empresa; si en los análisis de la información tanto de la empresa como el que realizaran los responsables del desarrollo de éste proyecto consideraran los mismos criterios de análisis, el porcentaje de aprovechamiento debiera ser el mismo en ambos, lo cual se podrá comparar más adelante; si por algún motivo el porcentaje difiere, se justificará el porqué de la diferencia.

Los porcentajes obtenidos se muestran a continuación:

	Semana 1 13 Jul – 18 Jul	Semana 2 20 Jul – 25 Jul	Semana 3 27 Jul – 1 Ago	Semana 4 3 Ago – 8 Ago	Total
Kilogramos de acero utilizado (x_i)	865.2	850	867.3	792	3374.5
Kilogramos de residuos de acero generados (y_i)	112.18	102	104.1	95.04	413.32
% de aprovechamiento ($\%A_i$)	87%	88%	87.99%	88%	87.75%
% de desperdicio ($\%B_i$)	13%	12%	12.01%	12%	12.25%

Tabla 3.3 Tabla de diagnóstico. Fuente: elaboración propia, 2015.

3.2 Análisis de impacto al medio ambiente

Las actividades en los sectores productivos del país han incrementado el deterioro en el medio ambiente provocando la pérdida del patrimonio natural, por lo cual las empresas están buscando adoptar esquemas de producción y consumo sustentables, utilizando de forma más eficiente los recursos naturales que requieren, encaminando los esfuerzos de forma directa a la disminución de residuos y emisiones que generan la contaminación del aire, agua y suelo.

Los desechos de acero inoxidable que se generan en Tapisa son entregados a los recolectores del perímetro de donde se encuentran ubicados, por lo cual no se sabe el tratamiento que estos le dan a los residuos, sí es que los llevan a centros donde son utilizados para su re manufactura o en su defecto si son reciclados.

Tapisa consciente de la situación actual que atraviesa el medio ambiente, busca generar un impacto ambiental en la disminución de emisiones de CO₂. Realizando el análisis sobre el tratamiento del acero que se requiere en una semana a partir de los datos proporcionados por la empresa para la producción se determinó lo siguiente:

Kg de acero utilizado

Kg de residuos de acero generado

% de aprovechamiento

Por cada tonelada de acero producido se genera 1.3 Ton de CO₂, por lo tanto si para la producción de una semana se requieren 865.2 kg de Acero que es lo mismo que .8652 Ton de Acero, se realiza el cálculo correspondiente determinando:

Toneladas de CO2 generadas por producción de acero

1.3 Ton CO2	1 Ton Acero
X	0.8652 Ton

X= 1.12 Ton CO2 se generan por la producción de .8652 Ton de Acero

La materia prima utilizada en Tapisa ha hecho que el proveedor de acero utilice recursos para su producción. Es decir, esas toneladas de CO2 generadas se han invertido para producir cierta cantidad de acero, si se desperdicia la materia prima, esas toneladas de CO2 habrán sido en vano.

1400 kg de mineral de hierro=1.4 Ton de mineral de hierro
740 kg de mineral de carbón=.740 Ton de mineral de carbón
120 kg de caliza=.120 Ton de Caliza

Actualmente en Tapisa se generan aproximadamente 0.112 toneladas de desechos de acero a la semana, lo que representa que 145.834 kg de CO2 han sido generadas en vano; de acuerdo al análisis realizado se ha determinado que se aprovecha el 87% de la materia prima, si se busca reducir el impacto ambiental, se deberán utilizar mejor los recursos.

El impacto no se vería directamente reflejado en Tapisa, ya que no es la parte de la cadena que puede dejar de generar CO2, pero si se aprovecha mejor la materia prima, bajará la requisición de materia prima, lo que implica que el proveedor disminuirá las cantidades de CO2 generadas. Si esto se aplica a empresas similares a Tapisa, se generaría un ahorro sustancial en toneladas de CO2.

3.2.1 Normatividad

Unidades gubernamentales como la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a través de la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental, busca promover un mejor desempeño ambiental para todos los sectores productivos, a través de actividades que incluyen la prevención y reducción de la generación de desechos, el valor económico que se les asigna, el aprovechamiento máximo de los recursos y la disposición final que se les da a los residuos de forma adecuada para ser aprovechados como materia prima del sector productivo y/o como fuente de energía.

A través del Diario Oficial de la federación del 01 de Febrero de 2013 se decretó que la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determina cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismo, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

La principal contribución que se persigue con la norma es asegurar el control y reducción significativa de la problemática de los residuos, mediante la elaboración, desarrollo y aplicación de los Planes de Manejo para los Residuos de Manejo Especial.

La NOM-161-SEMARNAT-2011 tiene como principal objetivo establecer los elementos y procedimientos para la elaboración e implementación de los Planes de Manejo de Residuos de Manejo Especial, así mismo integrar a las entidades federativas y sus municipios correspondientes a solicitar la inclusión o exclusión de Residuos de Manejo Especial del listado de la norma.

El campo de aplicación es de observancia obligatoria en todo territorio nacional para:

- Los grandes generadores de Residuos de Manejo Especial
- Los grandes generadores de Residuos Sólidos Urbanos.
- Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores, comercializadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en Residuos de Manejo Especial sujetos a un Plan de Manejo.

3.3 Estudio sobre el tratamiento actual de los residuos de acero en la empresa

Situación actual

La logística estudia la forma en que los productos, personas e información superan el tiempo y la distancia de forma eficiente; en general en el concepto logístico intervienen elementos tales como: compras, producción, almacenamiento, transporte y ventas (Robusté, 2005).

Dentro de las actividades y operaciones que se realizan en Tapisa dirigido al campo de estudio del almacenamiento de los residuos que se generan en el proceso de corte en la actualidad se lleva de forma tal que representa una oportunidad de mejora.

Conforme se realiza el proceso de corte, el empleado responsable del área se encarga de recolectar los desechos generados y arrinconarlos en el patio de carga y descarga hasta el tiempo destinado

en el que las personas que compran el desperdicio (recolectores ambulantes de desperdicio) pasan a recogerlos.

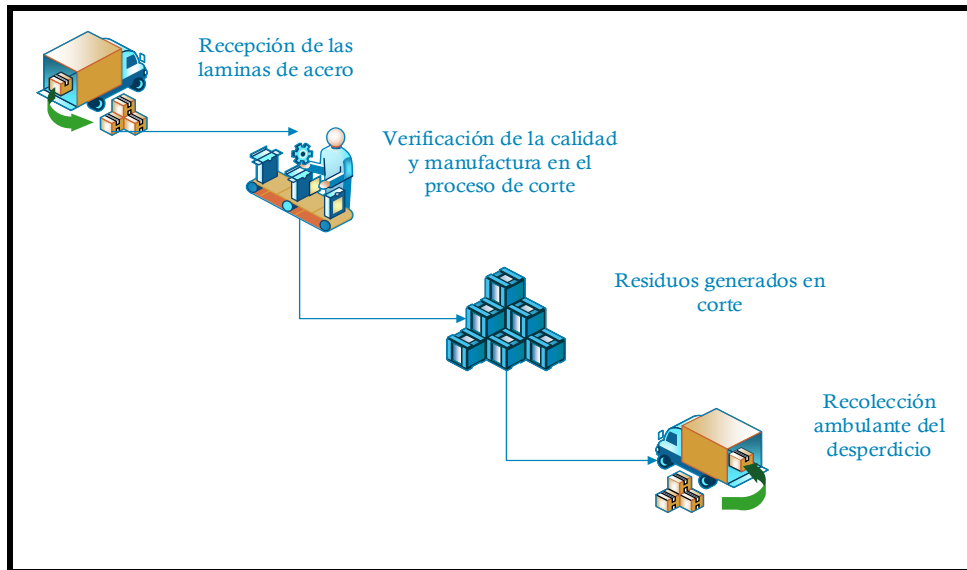


Imagen 3.19 Distribución de actividades desde la recepción hasta la entrega a los recolectores ambulantes de los desechos de acero. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Los recolectores compran el desperdicio a \$9.00 por kilogramo y las características con las que adquieren el desperdicio no les es de importancia; la recolección se lleva a cabo dos veces a la semana, vendiendo en promedio alrededor de 80.20 kilos en una exhibición, dando un total 160.37 kilos por semana.



Imagen 3.20 Desechos de acero generados por Tapisa. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Considerando los datos de la venta y el precio por adquisición, se determina una ganancia mensual por venta de desperdicio de \$5,773 pesos, generando un ingreso extra que determinando un estimado anual las cuales podrían ser utilizadas para inversiones dentro de la empresa, las ganancias son las que se muestran en la tabla 3.4.

Meses	Compra de desperdicio \$	Desperdicio semanal kg	Desperdicio mensual kg	Ganancia semanal \$	Ganancia mensual \$	Ganancia mensual acumulada \$
1	9	160.37	669.48	1,443.33	5773.32	5,773.32
2	9	160.37	669.48	1,443.33	5773.32	11, 546.64
3	9	160.37	669.48	1,443.33	5773.32	17,319.96
4	9	160.37	669.48	1,443.33	5773.32	23,093.28
5	9	160.37	669.48	1,443.33	5773.32	28,866.60
6	9	160.37	669.48	1,443.33	5773.32	34,639.92
7	9	160.37	669.48	1,443.33	5773.32	40,413.24
8	9	160.37	669.48	1,443.33	5773.32	46,186.56
9	9	160.37	669.48	1,443.33	5773.32	51,959.88
10	9	160.37	669.48	1,443.33	5773.32	57,733.20
11	9	160.37	669.48	1,443.33	5773.32	63,506.52
12	9	160.37	669.48	1,443.33	5773.32	69,279.84

Tabla 3.4 Estimado anual por venta de desperdicio de acero a recolectores ambulantes. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Con esto se puede observar que la venta del desperdicio a largo plazo genera utilidades monetarias significativas, que pueden servir a la empresa para la adquisición o inversiones de cualquier índole; por lo cual, como propuesta se busca implementar un método que permita generar mayor utilidad a través del tratamiento a los residuos generados. Para lograr esto, se realizan una serie de investigaciones y análisis, con la finalidad de definir la mejor opción.

3.4 Estudio de tecnologías actuales para la mejora de los procesos en la empresa

En la actualidad el desarrollo tecnológico sobre la industria de máquinas metalmecánicas comenzó su gran auge después de la segunda guerra mundial (la cual se desarrolló entre 1939 y 1945) siendo éste sector el que comprende las máquinas industriales y las herramientas que proveen de partes a las demás industrias metálicas.

Los países más desarrollados en la rama son: Estados Unidos, Japón, China, Alemania y España. De acuerdo a la Secretaría de Economía señala que la industria metalmecánica aporta 14% del PIB manufacturero en México. Las empresas de dicho sector, de acuerdo a CANACINTRA, agrupan

todas aquellas industrias en las que sus actividades se relacionen con la transformación, laminación o extrusión metálica.

Actualmente para el corte de los materiales se utiliza una cizalla mecánica semi-automática, sierra cortadora manual y una sierra eléctrica de banco, mismas que generan desperdicio que no es aprovechado de la mejor manera posible. El corte se lleva a cabo mediante el uso de patrones/plantillas con medidas aproximadas mediante el marcado manual. Se verá la posibilidad de lograr la optimización del corte a partir del mecanizado automático y patrones estandarizados mediante la programación de las medidas ideales para las piezas a tratar.

De acuerdo al análisis realizado, Tapisa S.A. de C.V. requiere la innovación y mejora en el proceso de corte, el cual se logrará a través de la reingeniería del proceso y la aplicación de nuevas tecnologías. Entre las máquinas que pueden usarse para la disminución del desecho y optimización de la materia prima, son las siguientes:

Máquina

Corte con chorro de agua

Uso

Es un proceso mecánico, en el cual se corta cualquier metal al hacer impactar un chorro de agua a gran velocidad que produce un acabado deseado. Es posible trazar varios cortes en paralelo (dependiendo de los cabezales).

Proceso

- Durante la primera fase se diseña la pieza con el software de diseño, en el que se asignan medidas y espesor de la pieza.
- La pieza a mecanizar se referencia y vincula al programa de la máquina.
- A través de la máquina se ubica el archivo guardado, podrá ser posible añadirle datos como dureza de material, entre otras características. Los cortes son limpios y sin imperfecciones.
- Se procede a la fijación y ajuste del material. Se deberá tener en cuenta la distribución con el fin de aprovecharlo al máximo para reducir costos.

Se realiza entonces el corte en donde la que la máquina realiza toda la labor. Existe la posibilidad de interrumpir el proceso por reajuste o comprobación del mismo, pero si todo se encamina correctamente, será un proceso continuo.

Imagen



Imagen 3.21 Corte con chorro de agua. Fuente: Inoxidables de San Luis, 2013.

Máquina

Corte con láser

Uso

Es un proceso empleado en el corte de piezas de chapa, en la cual interviene energía a través de un láser que concentra luz en la superficie de trabajo. Para dicha actividad es indispensable de un gas a presión (oxígeno, nitrógeno o argón). Es un proceso de corte térmico que utiliza fundición o vaporización altamente focalizada con el calor a través de un haz de láser con ayuda del gas. Es una técnica usada durante cortes previos y acabados de la pieza ya que puede realizar contornos complicados.

Este procedimiento requiere de una inversión muy alta y cuanto mayor conductor de calor sea el material mayor dificultad hay en cuanto a la dificultad del corte. El láser afecta térmicamente al metal, pero si la graduación es correcta no dejará rebaba. Es preferible que las piezas a trabajar sean opacas y no pulidas debido a que reflejan menos. Los espesores a trabajar oscilan entre los 0.5 y 6 mm.

Proceso

El rayo del láser procedente del generador y de un sistema de conducción llega al cabezal, dentro de éste un grupo óptico se encarga de focalizar el haz con un diámetro (diámetro aproximado de 3 décimas de milímetro) determinado sobre el punto del material que se tratará. El proceso requiere de un gas de asistencia que es aplicado a través de la boquilla del cabezal coaxial al rayo.

Imagen

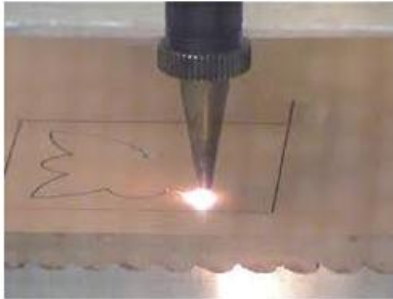


Imagen 3.22 Corte con láser. Fuente: Inoxidables de San Luis, 2013.

Máquina

Corte con plasma

Uso

Es un proceso que utiliza un chorro de alta velocidad de gas ionizado que es enviado desde un orificio parcialmente cerrado. La alta velocidad del gas, que es el plasma, conduce la velocidad desde la antorcha a la pieza de trabajo. El plasma calienta el material para así fundirlo. El flujo de alta velocidad del gas ionizado sopla mecánicamente el metal fundido y de esa manera el material se rompe. A diferencia del oxicorte, el oxigas corta quemando u oxidando y el material es seccionado. En cuanto al acero inoxidable, el corte con oxigas es imposible debido a que forma un óxido que inhibe la oxidación adicional.

El corte con plasma es más fácil de manejar en materiales de menos de 1 pulgada de espesor y éste es más rápido; sin embargo para materiales con anchos superiores a la pulgada el oxigas sigue siendo preferible al ser más rápido para placas muy pesadas. La ventaja del corte con plasma radica en el reducido riesgo de deformaciones en la zona de corte.

Proceso

El proceso de corte por plasma, emplea un gas conductor para transferir la energía de una fuente eléctrica a través de una antorcha de corte al material. El sistema consiste en una fuente de energía, un circuito iniciador del arco y una antorcha. Estos componentes suministran la energía eléctrica, la capacidad de ionización y el control de procesos necesarios para producir cortes puntuales y de alta calidad en diferentes tipos de metales. La antorcha es el soporte de la boquilla y al electrodo, para refrigerar con agua o gas las piezas. La boquilla y el electrodo sirven para hacer presión, disminuir y mantener el flujo del plasma.

Imagen



Imagen 3.23 Corte con plasma. Fuente: Inoxidables de San Luis, 2013.

Máquina

Oxicorte

Uso

Es un procedimiento auxiliar a la soldadura, mediante el cual se pueden cortar materiales por su combustión gracias a un chorro de oxígeno. El acero sufre un proceso lento de oxidación a temperatura ambiente que no es combustible, no obstante, si la oxidación se realiza bajo una atmósfera de oxígeno mayor a 88% y a una temperatura que alcance la combustión del acero, ésta se hace combustible. De tal manera se consigue su quemado violento, esto da lugar al oxicorte. El oxicorte es adecuado para aceros al carbono y aceros de baja aleación.

Proceso

Se comienza con el precalentamiento, en el cual se usa oxígeno y gas combustible, mismo que genera una llama de precalentamiento formada en la boquilla de corte. La materia prima se calienta hasta alcanzar la temperatura de combustión, una vez alcanzada la temperatura, el material adquiere tonalidades anaranjadas.

Una vez precalentado el material, se acciona el soplete que permitirá la salida del chorro de oxígeno puro, dando lugar a la combustión. Al pasar el chorro de oxígeno se evacua el óxido fundido y parte de la pieza originando la ranura de corte.

Imagen



Imagen 3.24 Oxicorte. Fuente: Inoxidables de San Luis, 2013.

De acuerdo al tipo de materia prima utilizada (Tipo 430), el cual por ser un acero ferrítico (usado principalmente para utensilios domésticos contiene 16% a 18% de cromo y una máximo de 0.12% de carbono, posee una buena resistencia a la corrosión en ambientes ligeramente corrosivos y a la oxidación en temperaturas elevadas. Es un material dúctil que no endurece en exceso durante el funcionamiento en frío. Aunque si se puede soldar, su capacidad de soldado es inferior a la de los aceros austeníticos (304 y 316), el grosor máximo de la soldadura es de 2.5 mm.

De acuerdo a un análisis de los procesos de corte susceptibles de aprovechamiento en el área de corte, se puede comparar las particularidades de los que se adecuan más a las necesidades del área:

Características	Maquinaria	Corte por chorro de agua	Corte con láser	Corte con plasma
Materiales no metálicos		Si	No	No
Aplicaciones multicabezal posibles		Si	No	Limitado
Corte de varias capas de material		Si	No	No
Materiales compuestos		Si	No	No
Endurecimiento del material		No	Si	Si
Formación de rebaba		Muy reducido	Si	Si
Esfuerzo para trabajo posterior		Muy reducido	Si	Si
Pérdida de material		Muy reducido	Alto	Si
Tolerancias		0,1 – 0,3 mm	0,1 mm	0,2 – 0,5 mm
Formación de gases tóxicos		No	Si	Si
Espesor máximo de material		<305 mm	<25 mm	<80 mm
Deformación de material		No	Si	Si

Tabla 3.4 Comparación de los métodos de corte por chorro de agua, láser y plasma. Fuente: KMT – Waterjet, 2015.

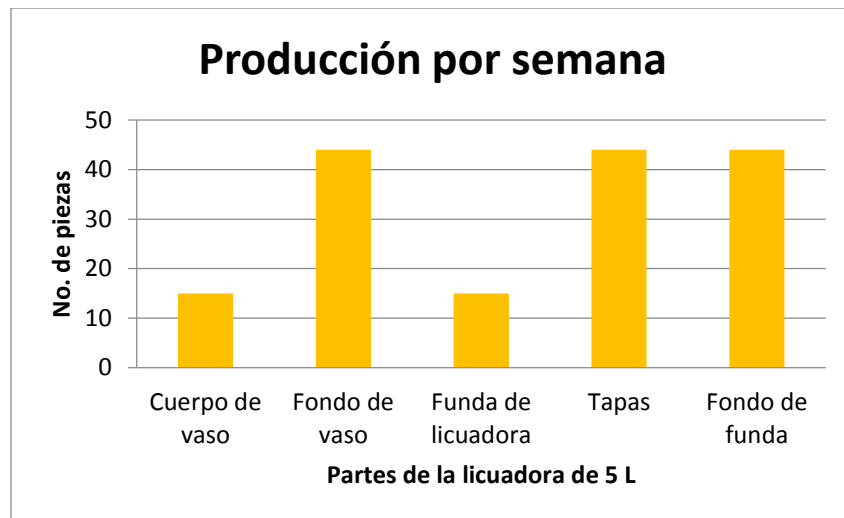
3.5 Representación gráfica de información recolectada

En este apartado se presenta gráficamente la información proporcionada por la empresa en cuanto a la producción se refiere. Como se mencionó en la tabla 3.1 diario de campo, la empresa se comprometió a enviar durante un mes el modelo de pieza fabricada, el número de piezas producidas y los kilogramos de desperdicio de acero generados por semana, para que con base al análisis de esa información se obtuviera el porcentaje de aprovechamiento de acero que tiene la empresa y el porcentaje que representan los kilogramos de desperdicio de acero generados.

La información se muestra en la siguiente tabla:

No.	Pieza que conforma la licuador de 5 L	No. piezas que se obtienen de una placa	Observaciones	Material
1	Cuerpo de vaso	15	Se marcan las piezas en placas de acero (3.5 x 1.22 m)	Tipo de acero: 430 Calibre 20
2	Fondo de vaso	44	Se marcan las piezas en placas de acero (3.5 x 1.22 m)	Tipo de acero: 430 Calibre 18
3	Funda de licuadora	15	Se marcan las piezas en placas de acero (3.5 x 1.22 m) Se cuenta con un sobrante de 67 cm, mismo que es usando para el trazo de 5 cuerpos de vaso adicionales.	Tipo de acero: 430 Calibre 20
4	Tapas	44	Se marcan las piezas en placas de acero (3.5 x 1.22 m) Se cuenta con un desperdicio de 14 cm x 1.22 m	Tipo de acero: 430 Calibre 20
5	Fondo de funda	44	Se marcan las piezas en placas de acero (3.5 x 1.22 m)	Tipo de acero: 430 Calibre 18

Tabla 3.5 Producción en una semana por Tapisa. Fuente: Elaboración propia, 2015.



Grafica 3.1 Producción por semana en Tapisa. Fuente: Elaboración propia, 2015.

La información mostrada representa la producción de una semana en Tapisa, es la producción que semana a semana tiene la empresa con una variación de un 20% más menos cada semana, debido a la demanda del producto analizado (Licuadora de 5L).

3.5.1 Matriz de perfil competitivo

En la siguiente tabla se presentan las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas a estudio, estas fueron determinadas a través de la observación y recopilación de datos proporcionados por Tapisa; dichos conceptos auxiliaron a la elaboración de las DOFA, MEFE y MEFI dando como resultado las estrategias a implementar.

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> **Control exhaustivo de la calidad en los productos. ** Productos innovadores y rentables. ** Amplia gama de productos. **Personal capacitado. **Buen ambiente laboral. **Entregas en tiempo y forma a los clientes. **Fidelidad de los clientes. **Precios competitivos. 	<ul style="list-style-type: none"> **Producción en pequeña escala. **Elevados costos de producción. **Disponibilidad de recursos financieros limitada. ** Poco acceso a fuentes de financiamiento. ** Maquinaria y equipos obsoletos. **Bajo nivel en el uso de tecnología para el proceso productivo. **Falta de publicidad de los productos.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> **Tecnología de vanguardia existente y lista para la implementación de procesos productivos. **Acero 100% reciclable conservando sus características. **Existencia de mejores prácticas para el control de procesos productivos. **Existencia de centros de acopio o parques industriales alrededor de Tapisa que pueden disponer de los residuos de acero generados. **Mercado restaurantero amplio. **Productos de acero con mayor vida útil. **Generación de energía sustentable a partir del acero reciclado. 	<ul style="list-style-type: none"> *Crecimiento significativo de los productores de licuadoras. *Variación en los precios de la materia prima. *Tiempo de entrega altos por parte de los proveedores de acero inoxidable. *Precio elevado de la maquinaria con tecnología de punta. *Introducción de acero inoxidable chino al mercado con bajo costo y de baja calidad.

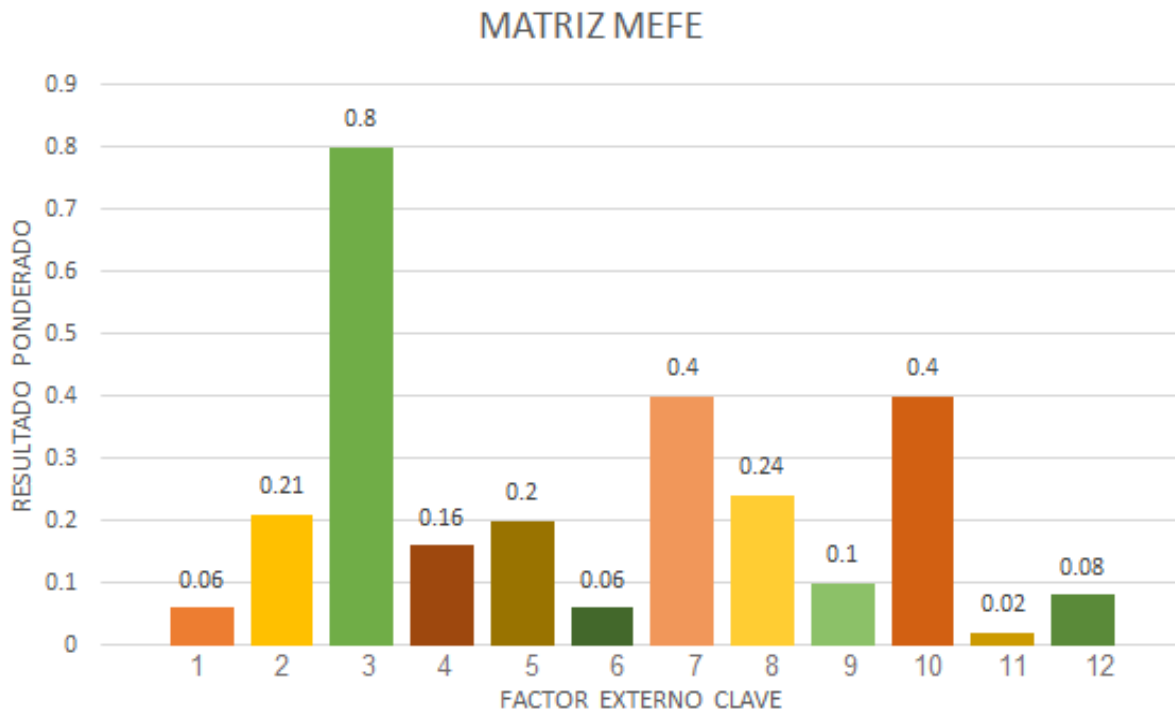
Tabla 3.6 Matriz de perfil competitivo. Fuente: Elaboración propia, 2015.

3.5.2 Matriz del factor de evaluación externa

A continuación se muestra la matriz MEFE que se elaboró con la información recabada en la empresa Tapisa, la herramienta trata de mostrar la mayor parte de los factores externos que generan un impacto en el comportamiento de la empresa, tales como los competidores, los proveedores de materia prima, el mercado en el que se desenvuelve la empresa, las nuevas reformas gubernamentales que se han promulgado, por mencionar algunas; Tapisa es una pequeña empresa que puede llegar a ser una buena organización si establece sus estrategias contemplando todos los factores que la rodean.

Factor externo clave	Variable	Ponderación	Clasificación	Resultado ponderado
1. Introducción de acero inoxidable chino al mercado con bajo costo y de baja calidad.	Amenaza	0.03	2	0.06
2. Tecnología de vanguardia existente y lista para la implementación de procesos productivos.	Oportunidad	0.07	3	0.21
3. Acero 100% reciclable conservando sus características.	Oportunidad	0.2	4	0.8
4. Precio elevado de la maquinaria con tecnología de punta.	Amenaza	0.16	1	0.16
5. Crecimiento significativo de los productores de licuadoras.	Amenaza	0.1	2	0.2
6. Productos de acero con mayor vida útil.	Oportunidad	0.02	3	0.06
7. Existencia de mejores prácticas para el control de procesos productivos.	Oportunidad	0.1	4	0.4
8. Mercado restaurantero amplio.	Oportunidad	0.08	3	0.24
9. Variación en los precios de la materia prima.	Amenaza	0.1	1	0.1
10. Generación de energía sustentable a partir de acero reciclado.	Oportunidad	0.1	4	0.4
11. Tiempo de entrega altos por parte de los proveedores de acero inoxidable.	Amenaza	0.02	1	0.02
12. Existencia de centros de acopio o parques industriales alrededor de Tapisa que pueden disponer de los residuos de acero generados.	Oportunidad	0.02	4	0.08
Total		1		2.73

Tabla 3.7 Matriz MEFE. Fuente: Elaboración propia 2015.



Gráfica 3.2 Matriz MEFE. Fuente: Elaboración propia, 2015.

El análisis del ambiente externo es de vital importancia para conocer el origen de las oportunidades y amenazas a las que se enfrenta Tapisa. Arrojados los resultados de la matriz anterior se obtuvo lo siguiente: el total ponderado es de 2.73, lo que indica que la empresa está justo por encima de la media en su esfuerzo por seguir estrategias que capitalicen sus oportunidades externas y eviten las amenazas existentes en su industria.

Dicho esto, el principal objetivo es contar con una visión estratégica que integre las amenazas y oportunidades externas para su mejor aprovechamiento, ya que de esto depende el éxito de Tapisa como una organización sistémica, es decir, un sistema abierto a través de un conjunto de elementos relacionados entre sí. La empresa no es un ente aislado, ya que pertenece a un entorno que le afecta directa o indirectamente y al cual deben de responder a través de las acciones que se toman para el logro de los objetivos.

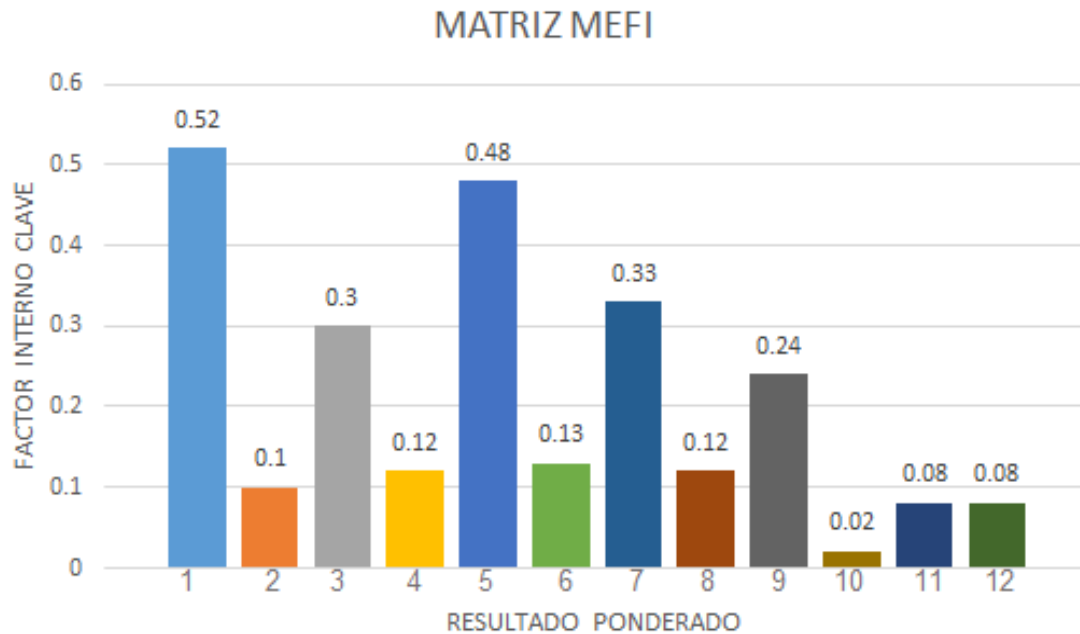
3.5.3 Matriz del factor de evaluación interna

A continuación se muestra la matriz MEFI, que contiene los factores internos que generan impacto en el desarrollo de Tapisa, los factores internos definidos abarcan los temas del control de la calidad, la producción, las habilidades que posee su personal, el ambiente laboral que desarrolla la organización, las finanzas de la empresa, la tecnología que se encuentra al alcance de la empresa,

entre otros; es de gran importancia que Tapisa aprenda a desarrollar los factores internos que pueden ser sus fortalezas para así lograra seguir siendo el mejor proveedor de productos de acero en su ramo, pero también debe saber lidiar con sus debilidades, identificarlas y saber cómo superarlas para seguir creando más estrategias que le permiten ser el número uno en el mercado.

FACTOR INTERNO CLAVE	VARIABLES	PONDERACIÓN	CLASIFICACIÓN	RESULTADO PONDERADO
1. Control exhaustivo de la calidad en los productos.	Fortaleza	0.13	4	0.52
2. Producción en pequeña escala.	Debilidad	0.05	2	0.1
3. Personal capacitado.	Fortaleza	0.1	3	0.3
4. Maquinaria y equipos obsoletos.	Debilidad	0.12	1	0.12
5. Buen ambiente laboral.	Fortaleza	0.12	4	0.48
6. Disponibilidad de recursos financieros limitada.	Debilidad	0.13	1	0.13
7. Entregas en tiempo y forma a los clientes.	Fortaleza	0.11	3	0.33
8. Bajo nivel en el uso de tecnología para el proceso productivo.	Debilidad	0.12	1	0.12
9. Productos innovadores y rentables.	Fortaleza	0.06	4	0.24
10. Falta de publicidad de los productos.	Debilidad	0.02	1	0.02
11. Fidelidad de los clientes.	Fortaleza	0.02	4	0.08
12. Precios competitivos.	Fortaleza	0.02	4	0.08
Total		1		2.52

Tabla 3.8 Matriz MEFI. Fuente: Elaboración propia, 2015.



Gráfica 3.3 Matriz MEFI. Fuente: Elaboración propia, 2015.

La ponderación se realizó teniendo en cuenta los factores más relevantes que son: calidad en los procesos y artículos terminados, limitada disponibilidad en recursos financieros, líder en el mercado por sus productos de calidad y escasa tecnología en el proceso de corte.

El resultado arrojado por la MEFI es de 2.52, dando como consecuencia un equilibrio entre las fortalezas y las oportunidades de mejora interna con las que actualmente cuenta la empresa, al igual que en la MEFE se debe comprender que Tapisa es un ente el cual interactúa con su entorno volviéndose un ciclo interminable en el cual el ambiente y las estrategias internas afectan directamente al ambiente externo y en viceversa.

3.5.5 Matriz DOFA

La Matriz DOFA es una herramienta encaminada a determinar un análisis de la situación actual de Tapisa permitiendo la generación de un diagnóstico de toma de decisiones de acuerdo con los objetivos y políticas formuladas. El análisis del DOFA permite la interacción de los ambientes internos y externos de la empresa hacia la formulación y selección de estrategias a seguir.

A continuación se muestra la matriz DOFA la cual se encuentra conformada con las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas definidas en las matrices MEFI y MEFE respectivamente.

<p style="text-align: center;">Internos</p>	<p>Fortalezas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Control exhaustivo de la calidad en los productos. 2. Personal capacitado. 3. Buen ambiente laboral. 4. Entregas en tiempo y forma a los clientes. 5. Precios competitivos. 6. Productos innovadores. 7. Fidelidad de los clientes. 	<p>Debilidades</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Producción en pequeña escala. 2. Maquinaria y equipos obsoletos. 3. Disponibilidad de recursos financieros limitada. 4. Bajo nivel en el uso de tecnología para el proceso productivo. 5. Falta de publicidad de los productos.
<p>Externos</p> <p>Oportunidades</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tecnología de vanguardia existente y lista para la implementación en procesos productivos. 2. Acero 100% reciclable conservando sus características. 3. Existencia de nuevas mejores prácticas para el control de procesos productivos. 4. Existencia de centros de acopio o parques industriales alrededor de Tapisa que pueden disponer de los residuos de acero generados. 5. El mercado restaurantero bastante amplio. 6. Productos de acero con mayor vida útil. 7. Generación de energía sustentable a partir del acero reciclado. 	<p>Estrategias FO</p> <p>Con la implementación de nuevas tecnologías en el proceso productivo y con la adopción de mejores prácticas para el control de calidad en los productos, se logrará un incremento en la producción cumpliendo con las exigencias que demanda el mercado, teniendo así a los clientes satisfechos e incrementando cada vez más la cartera de clientes, lo que implicará más ventas, es decir, más ingresos a la empresa que de alguna manera beneficiará a los empleados teniendo unos salarios mejor remunerados, y a la empresa porque tendrá la solvencia económica para adquirir herramienta y maquinas de última generación.</p>	<p>Estrategias DO</p> <p>Debido a que la mayor parte de la producción de Tapisa es bajo pedido, la producción es en pequeña escala, lo que implica que los costos de producción sean elevados debido a que su comportamiento es variable dependiendo la cantidad a producir, generando un uso desmedido de recursos. La implementación de nueva tecnología permitirá a Tapisa hacer un mejor uso de los recursos y producir a mayor escala abarcando más segmentos del mercado debido a que contará con la capacidad para responderles a todos. Elaborando una buena campaña de publicidad logrará que sus productos sean mayor conocidos aumentando las ventas.</p>
<p>Amenazas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Crecimiento significativo de los productores de licuadoras. 2. Variación en los precios de la materia prima. 3. Tiempos de entrega altos por parte de los proveedores de acero inoxidable. 4. Precio elevado de la maquinaria con tecnología de punta. 5. Introducción de acero inoxidable chino al mercado, con bajo costo y de baja calidad. 	<p>Estrategias FA</p> <p>La introducción de acero chino al mercado ha permitido el nacimiento de nuevos productores de licuadoras, debido al bajo costo que el acero chino tiene a comparación del acero de primera calidad que se encuentra en el mercado; Tapisa con el personal capacitado que tiene y con el prestigio ante sus clientes podrá seguir manteniendo sus productos en el primer nivel de venta, debido al material de calidad que usa en la fabricación de sus productos, lo que garantiza mayor vida del producto.</p>	<p>Estrategias DA</p> <p>A consecuencia de que Tapisa produce a baja escala y sobre pedido debido a la falta de nueva tecnología que le permita la producción a mayor escala, podría verse amenazada por los nuevos fabricantes de licuadoras teniendo ellos la capacidad para cumplir con un pedido grande ante algún cliente; sin embargo, los productos de Tapisa son fabricados con material 100% de calidad cuidando los más mínimos criterios de calidad, lo que les permitirá seguir siendo los preferidos en el mercado.</p>

Tabla 3.9 Matriz DOFA. Fuente: Elaboración propia, 2015.

3.5.6 Diagrama de afinidad

Para un adecuado manejo de la información de Tapisa con la que se dispone, se concentran los factores en grupos de características análogas, de tal manera se organiza la información con la que se cuenta y permite la comprensión para su adecuada solución.

Se usa el siguiente procedimiento para definir el diagrama de afinidad:

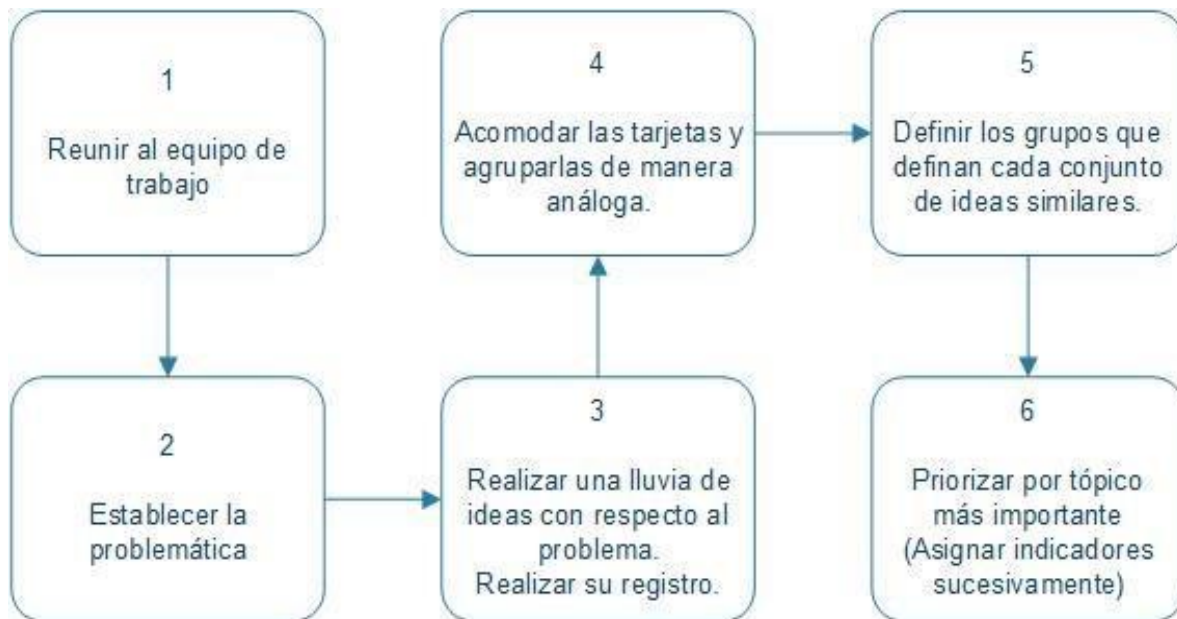


Diagrama 3.2. Proceso para elaborar un diagrama de afinidad. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Se comienza con la elaboración del diagrama de afinidad con los pasos designados:

1. Se designa al equipo de trabajo, mismo que está compuesto por: Erika, Montserrat, Karina, Rubén y Pamela.
2. La problemática uno a resolver es: ¿Cómo reducir los desechos de materia prima de acero inoxidable en el área de corte?
3. Problemática dos a resolver es: ¿Que se hará con el desperdicio de acero inoxidable generado por Tapisa durante su proceso de producción, aun siendo éste ya mejorado?
4. Enseguida se lista la información recopilada en la actividad:

¿Cómo reducir los desechos de materia prima de acero inoxidable en el área de corte?		
Realizar los cortes de las piezas más precisos.	Re acomodar las piezas en las plantillas para aprovechar el área de la materia prima.	Reducir la cantidad de desechos generados actualmente.
Capacitar al personal en técnicas más actuales de maquinaria de corte.	Capitalizar los desechos si la geometría de las piezas no permite generar un máximo aprovechamiento.	Encontrar equipo que permita salvaguardar la seguridad de los trabajadores.
Buscar la mejor opción sobre los diferentes tipos de maquinaria de corte que existen actualmente.	Reutilizar los desechos.	Encontrar diferentes puntos de traslado (tiraderos industriales o puntos de traslado) para el residuo.
Elaborar estrategias o planes alternativos para reutilizar el desperdicio en la elaboración de nuevos productos.	Crear un convenio con industrias que se dediquen a la re manufactura de desperdicios.	Buscar la opción de recolección que retribuya lo mejor posible de acuerdo a los kilogramos ofrecidos.
Determinar si es viable devolver el desperdicio al proveedor de la materia prima.	Minimizar costos de adquisición de la materia prima.	Buscar si existen subsidios para la adquisición de tecnologías de vanguardia con apoyo a PyMES.
Generar bonos de producción para incentivar a los operadores a reducir el desperdicio.	Tercerizar el corte de piezas que genere mayor desperdicio.	Realizar planes para el manejo de residuos.
Conocer la cadena de suministros del tratamiento del acero.	Estudiar las opciones de la cadena de suministros.	Mantener un stock de piezas para evitar los cortes individuales.
Maximizar el aprovechamiento de la materia prima.	Mecanizar el proceso de corte.	Reducción de costos en la producción.

Tabla 3.10 Resultados de lluvia de ideas. Fuente: Elaboración propia, 2015.

5. Son acomodadas las tarjetas y agrupadas para su análisis:

Las tarjetas se colocan en una superficie para hacer más fácil su acomodo.

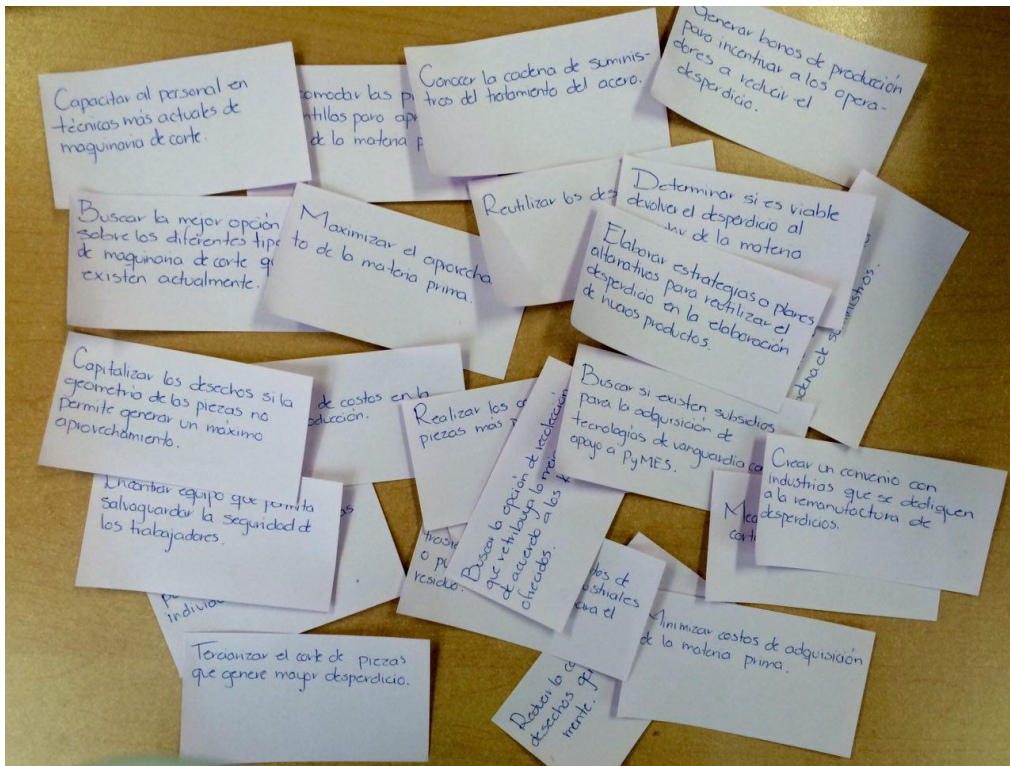


Imagen 3.25 Acomodo de lluvia de ideas. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Las tarjetas se acomodan por grupos que comparten características similares:

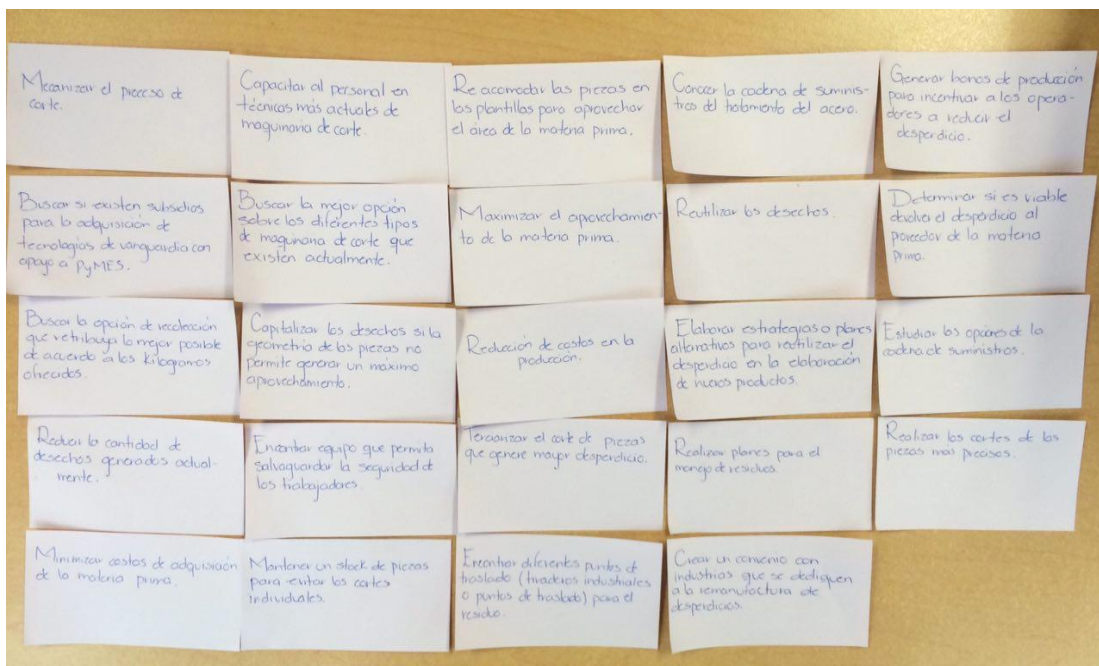


Imagen 3.26 Categorización de lluvia de ideas. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Se realizan los encabezados, mismos que describen los temas principales de cada grupo:

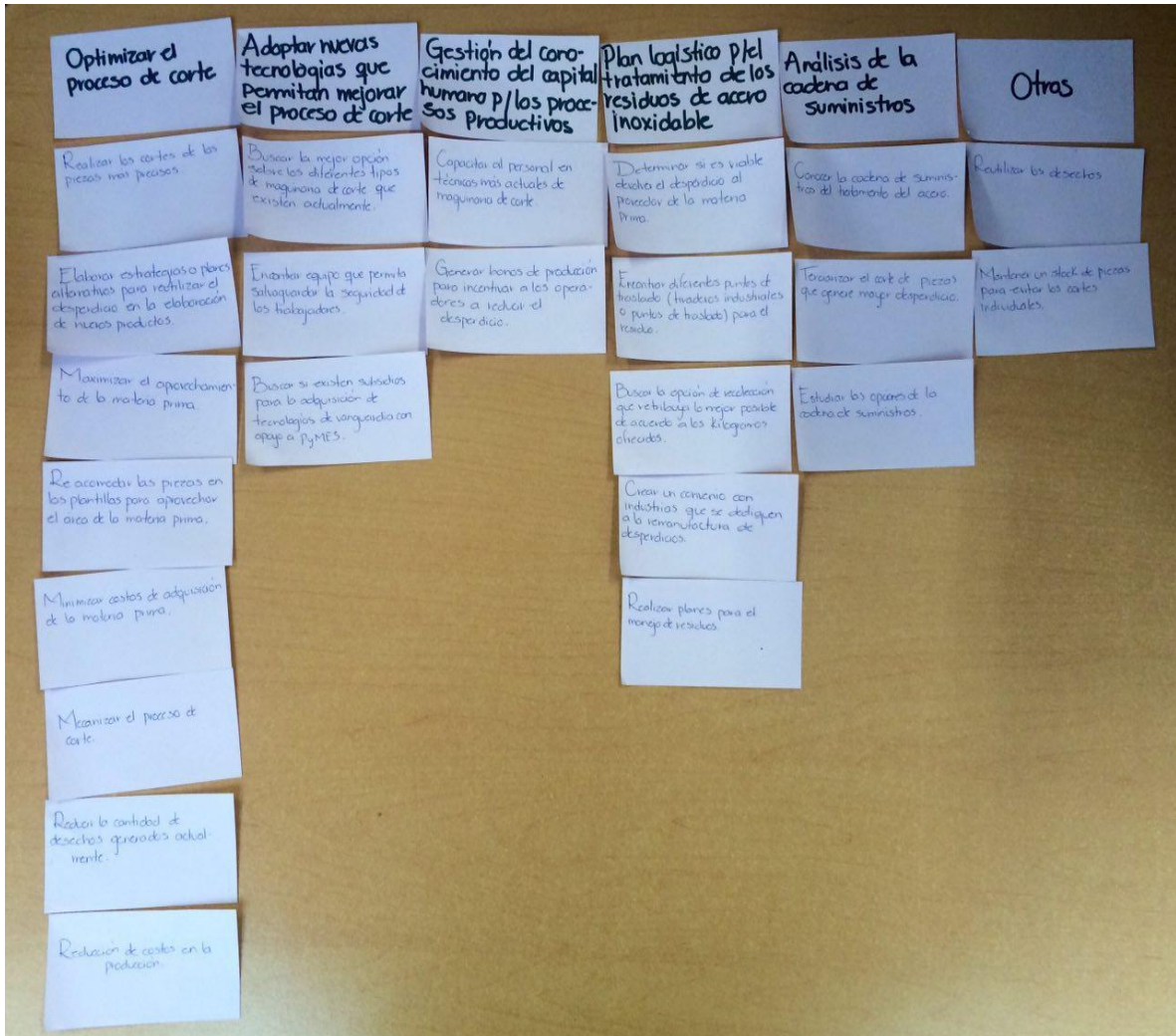


Imagen 3.27 Encabezados de la lluvia de ideas. Fuente: Elaboración propia, 2015.

6. Finalmente se agrupa el diagrama de afinidad con toda la lluvia de ideas realizada por el equipo, éstas son representadas de acuerdo al grado de importancia, marcando con un círculo el de mayor impacto y con cinco círculos el de menor importancia. Básicamente lo que se trata de mostrar en la siguiente tabla, es la lluvia de ideas jerarquizada según el impacto del tema.

Posteriormente en una segunda imagen, se muestran la misma lluvia de ideas pero organizada en un tipo organigrama, para tener un mayor panorama de todas las situaciones que se contemplan como oportunidades de apoyo, derivadas del análisis realizado a la situación por la que está pasando la empresa. El diagrama de afinidad servirá para poder identificar y tener más claro las situaciones donde hay oportunidad de mejora.

<p>○ Optimizar el proceso de corte</p>	<p>○○○○ Adoptar nuevas tecnologías que permitan mejorar el proceso de corte</p>	<p>○○○○○ Gestión del conocimiento del capital humano para los procesos productivos</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar los cortes de las piezas más precisos. • Elaborar estrategias o planes alternativos para reutilizar el desperdicio en la elaboración de nuevos productos. • Maximizar el aprovechamiento de la mp. • Re acomodar piezas en las plantillas para aprovechar el área de la materia prima. • Minimizar costos de adquisición de la materia prima. • Mecanizar el proceso de corte. • Reducir la cantidad de desechos generados actualmente. • Reducción de costos en la producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar la mejor opción sobre los diferentes tipos de maquinaria de corte que existen actualmente. • Encontrar equipo que permita salvaguardar la seguridad de los trabajadores. • Buscar si existen subsidios para la adquisición de tecnologías de vanguardia con apoyo a PyMES. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al personal en técnicas más actuales de maquinaria de corte. • Generar bonos de producción para incentivar a los operadores a reducir el desperdicio.
<p>○○ Plan logístico para el tratamiento de los residuos de acero inoxidable</p>	<p>○○○ Análisis la cadena de suministros</p>	<p>○○○○○○ Otros</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar si es viable devolver el desperdicio al proveedor de la mp. • Encontrar diferentes puntos de traslado (tiraderos industriales o puntos de traslado) para el residuo. • Buscar la opción de recolección que retribuya lo mejor posible de acuerdo a los kilogramos ofrecidos. • Crear un convenio con industrias que se dediquen a la re manufactura de desperdicios. • Realizar planes para el manejo de residuos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer la cadena de suministros del tratamiento del acero. • Tercerizar el corte de piezas que genere mayor desperdicio. • Estudiar las opciones de la cadena de suministros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilizar los desechos. • Mantener un stock de piezas para evitar los cortes individuales.

Tabla 3.11 Diagrama de afinidad. Fuente: Elaboración propia, 2015.

A continuación se muestra la lluvia de ideas en forma de organigrama, siendo de izquierda a derecha el tema de mayor importancia.

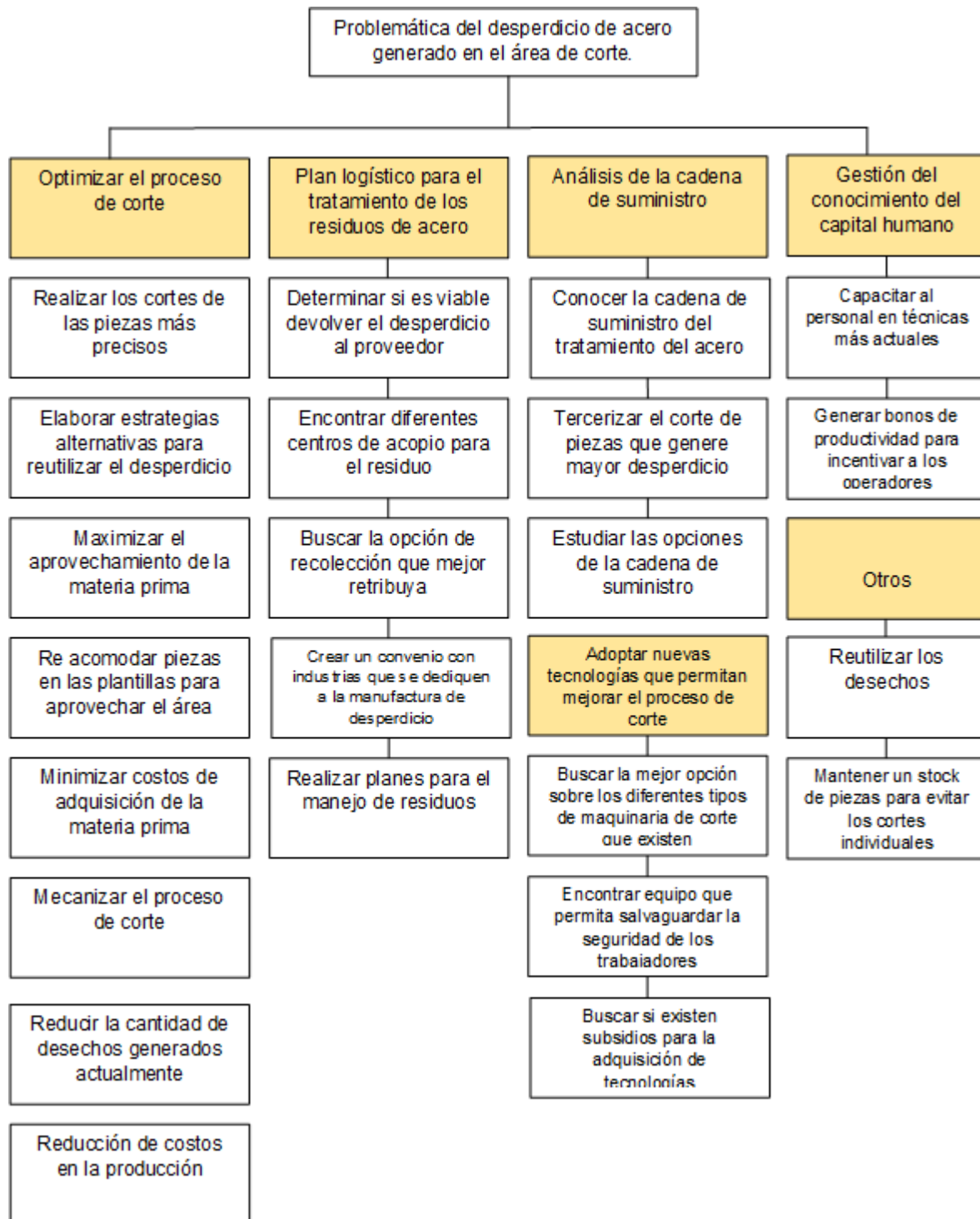


Imagen 3.28 Diagrama de afinidad. Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el diagrama se muestra la agrupación de las ideas principales, permitiendo el conocimiento y la interpretación sobre la cual se define las problemáticas principales. Finalmente se muestra un pequeño diagrama de Pareto, donde se analiza numéricamente el impacto que tiene cada una de las clasificaciones de la lluvia de ideas en cuanto al desarrollo de la organización.

Factor	No. de factores	Porcentaje total (%)	Porcentaje acumulado (%) total
Optimizar el proceso de corte	8	35%	35%
Plan logístico para el tratamiento de los residuos	5	21%	56%
Análisis de la cadena de suministros	3	13%	69%
Adoptar nuevas tecnologías	3	13%	82%
Gestión del conocimiento	2	9%	91%
Otros	2	9%	100%
Total	23	100%	

Tabla 3.12 Tabla de Pareto. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Se muestra gráficamente la priorización de la información obtenida con el fin de demostrar con base en el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) las problemáticas principales a atacar.

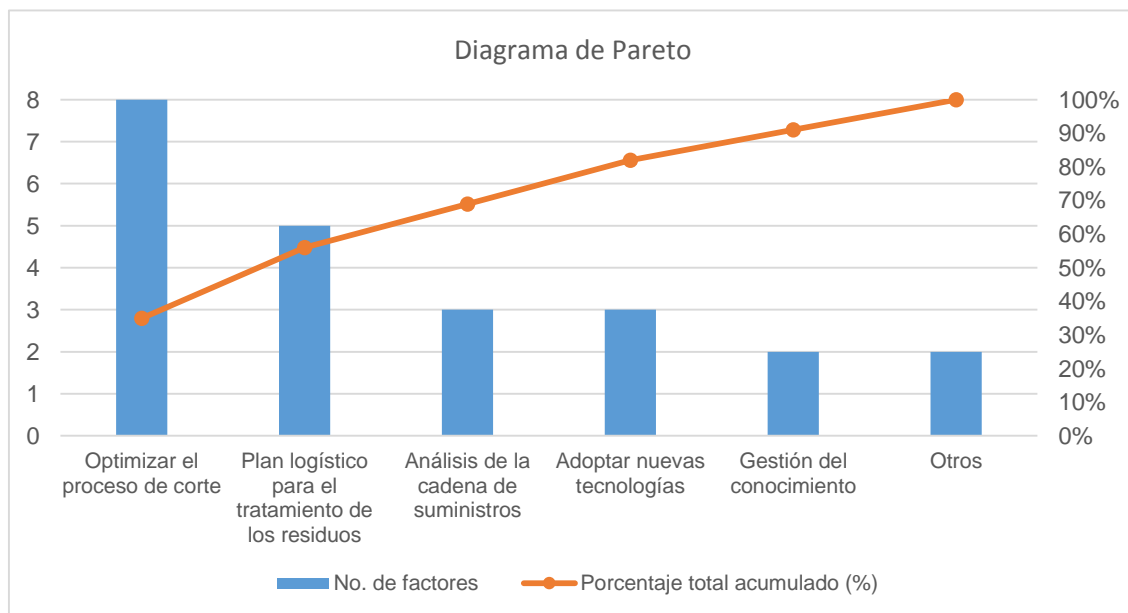


Diagrama 3.3 Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración propia, 2015.

El diagrama anterior muestra por medio de la regla 80/20 que los problemas a atacar son: La optimización del proceso de corte y la creación de un plan logístico para el tratamiento de residuos de acero inoxidable, con este análisis y representación gráfica de los problemas se confirman algunos de los objetivos específicos mencionados al inicio de éste proyecto de investigación.

3.5.7 Diagrama de Ishikawa

El diagrama causa- efecto o diagrama de Ishikawa, está compuesto por un recuadro (cabeza de pescado) en el cual se encuentra mencionada la problemática principal de Tapisa, la cual consiste en el alto índice de desperdicio de acero inoxidable generado en el proceso de corte, una línea principal (esqueleto) y seis que apuntan a la principal (mano de obra, medio ambiente, maquina, materia prima, medición y métodos) aspectos de Tapisa que se analizaran principalmente y a su vez estas por líneas más pequeñas (espinas) donde se colocaran las causas relacionadas con ese aspecto y que contribuyen a la problemática que se está analizando.

El diagrama de Ishikawa correspondiente a Tapisa y el cual se muestra un poco más adelante, está integrado por la lluvia de ideas definidas en el diagrama de afinidad, correspondiente al apartado 3.5.6 diagrama de afinidad, esto debido a que los diagramas de pescado o Ishikawa se conforman con la ayuda de un técnica extra de análisis de problemas, las más usadas son lluvias de ideas o los cinco porqués de Toyota, siendo así una técnica muy completa para la identificación de causas de una problemática y sus posibles soluciones.

En la imagen 3.4 se muestra el diagrama de Ishikawa de Tapisa, donde se analizaron las principales causas que provocan el alto índice de generación de desperdicios de acero, dicho análisis se realizó durante las constantes visitas que se tuvieron a la empresa pues es ahí donde se tenía un panorama más amplio sobre la situación que atraviesa Tapisa, dicho análisis se complementó con la retroalimentación del personal que se involucra directamente en el proceso de fabricación de las licuadoras y posteriormente con la retroalimentación del Gerente del área de producción; se recabo un gran número de información de la cual se tuvo que depurar con la finalidad de que en el diagrama de Ishikawa se mostrará la de mayor importancia y relevancia, información que en realidad afectan directamente a la problemática analizada.

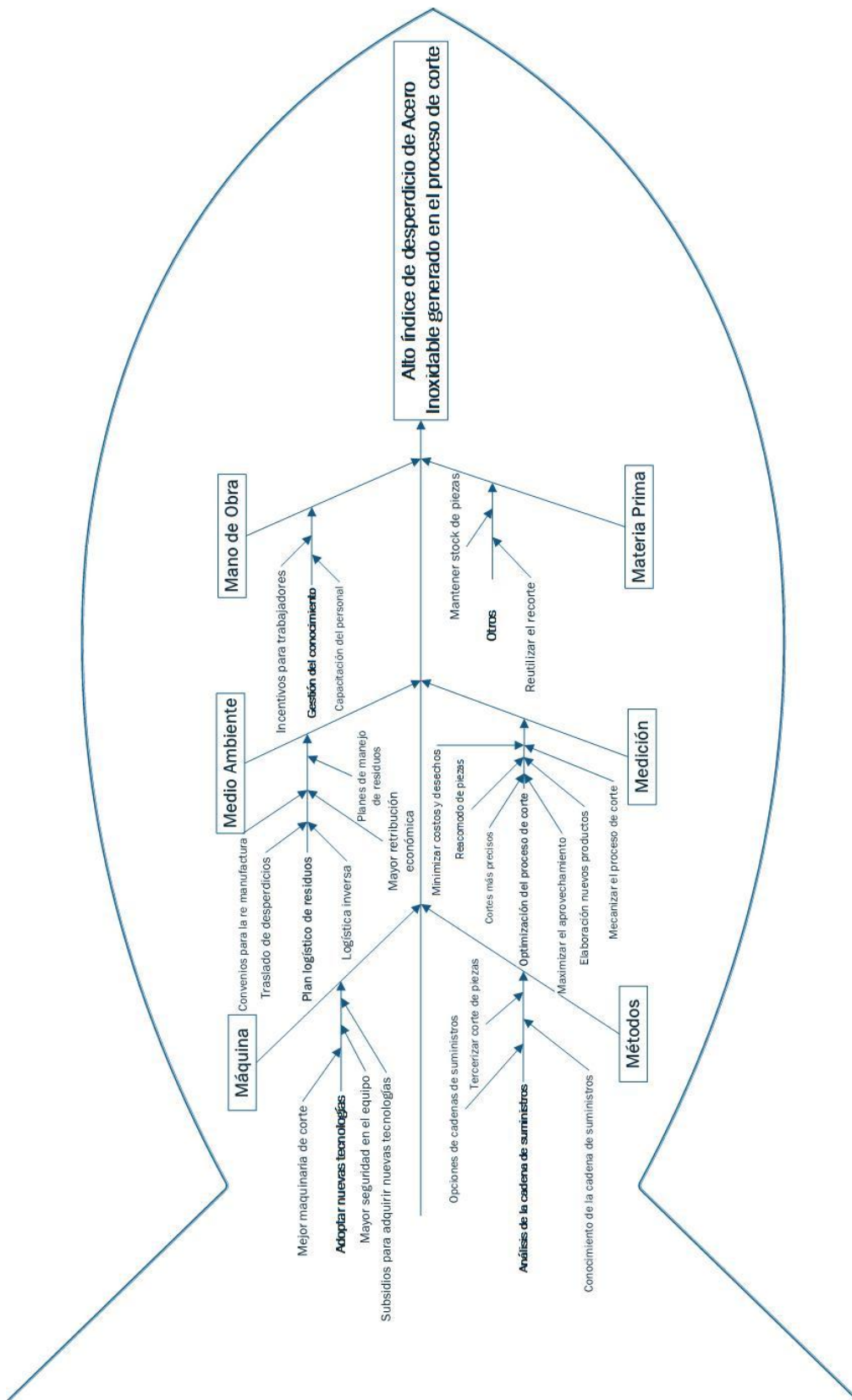


Diagrama 3.4 Diagrama de Ishikawa. Fuente: Elaboración propia, 2015.

3.6 Interpretación de datos obtenidos

Se ha analizado el proceso de corte actual bajo tres variables con las que se calcula el porcentaje de aprovechamiento y el costo unitario de las piezas obtenidas. En las cinco piezas se utilizan placas de acero 304 2B 4X10, las cuales varían en su calibre dependiendo de la pieza a manufacturar. En función de la geometría de las piezas se obtiene el área del material utilizado en metros cuadrados (m^2) y de forma complementaria se obtiene el porcentaje de material desperdiciado (m^2).

A continuación se muestra la disposición actual de cada una de las piezas en las láminas de acero inoxidable; en cada uno de ellos se refleja el costo unitario de la pieza o ítem y en función de los promedios de costo de la placa del calibre correspondiente, se calcula el costo unitario.

Disposición actual		Número de piezas obtenidas	44
Descripción del ítem	Fondo de vaso	Área de material utilizado	2.051
Código de ítem	TAP_BL005L-SUB1	Área de material desperdiciado	1.67
Área de la placa	3.721	% de aprovechamiento	55%
Tipo de acero	Acero 304 2B 4X10 C18	Costo unitario	\$31.65
		Costo de la placa	\$1,393

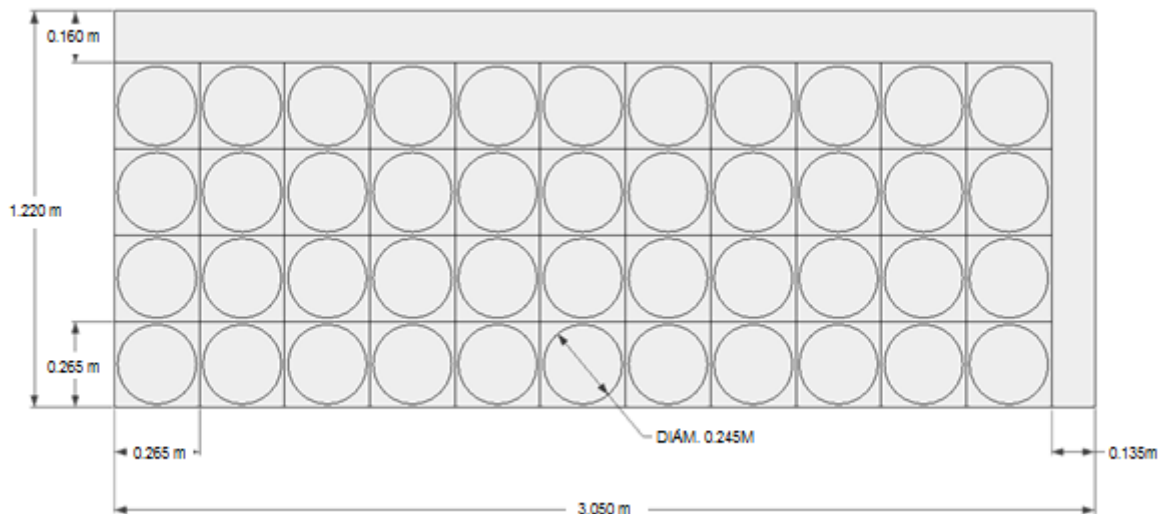


Imagen 3.29 Disposición actual del trazado de fondo de vaso. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Disposición actual		Número de piezas obtenidas	44
Descripción del ítem	Fondo de funda	Área de material utilizado	2.247
Código de ítem	TAP_BL005L-SUB2	Área de material desperdiciado	1.474
Área de la placa	3.721	% de aprovechamiento	60%
Tipo de acero	Acero 304 2B 4X10 C18	Costo unitario	\$31.65
		Costo de la placa	\$1,393

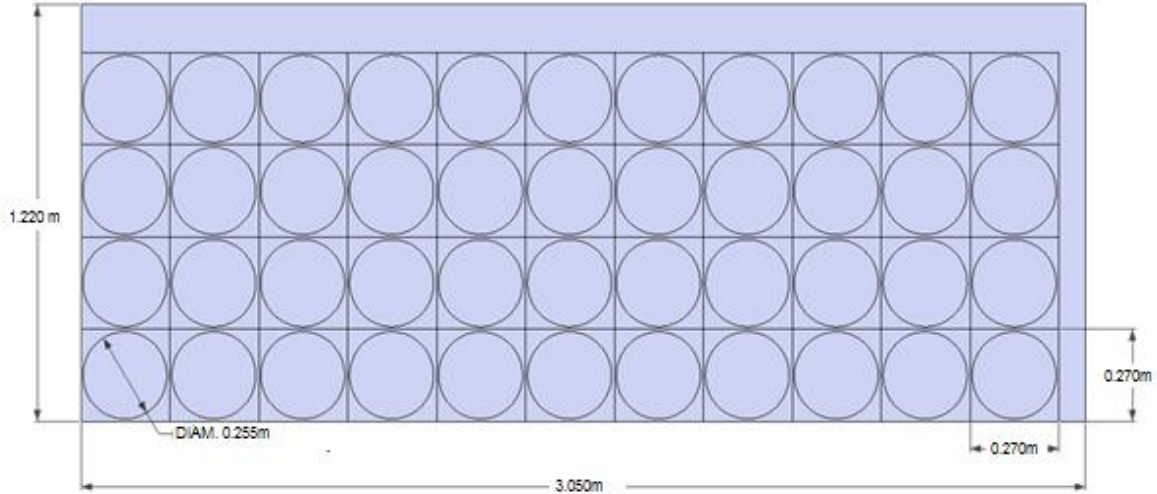


Imagen 3.30 Disposición actual del trazado de fondo de funda. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Disposición actual			
Descripción del ítem	Tapa	Número de piezas obtenidas	44
Código de ítem	TAP_BL005L-SUB3	Área de material utilizado	2.051
Área de la placa	3.721	Área de material desperdiciado	1.67
Tipo de acero	Acero 430 2B 4X10 C20	% de aprovechamiento	55%
		Costo unitario	\$21.10
		Costo de la placa	\$929

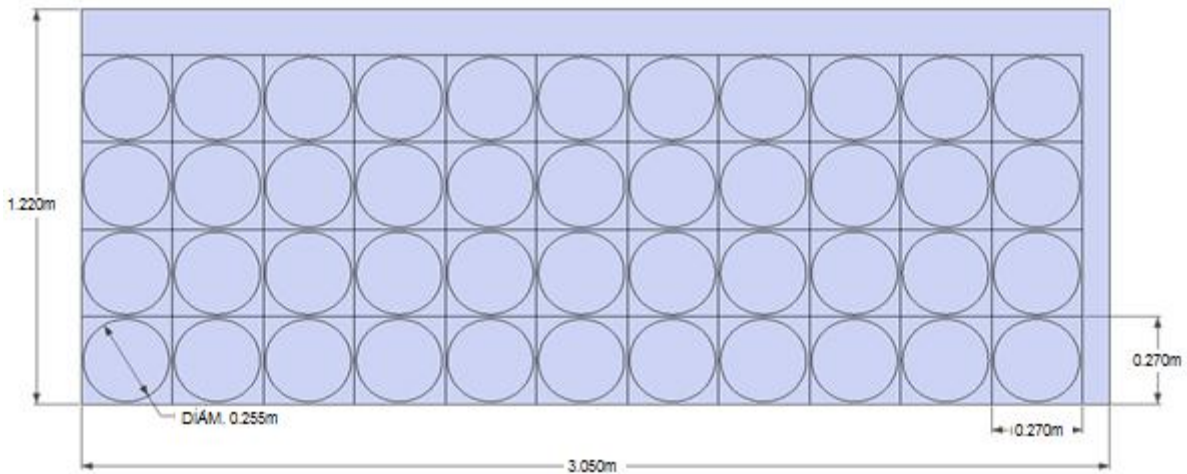


Imagen 3.31 Disposición actual del trazado de tapa. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Disposición actual			
Descripción del ítem	Cuerpo de vaso	Número de piezas obtenidas:	14
Código de ítem	TAP_BL005L-SUB4	Área de material utilizado	1.947
Área de la placa	3.721	Área de material desperdiciado	1.774
Tipo de acero	Acero 430 2B 4X10 C20	% de aprovechamiento	52%
		Costo unitario	\$66.32
		Costo de la placa	\$929

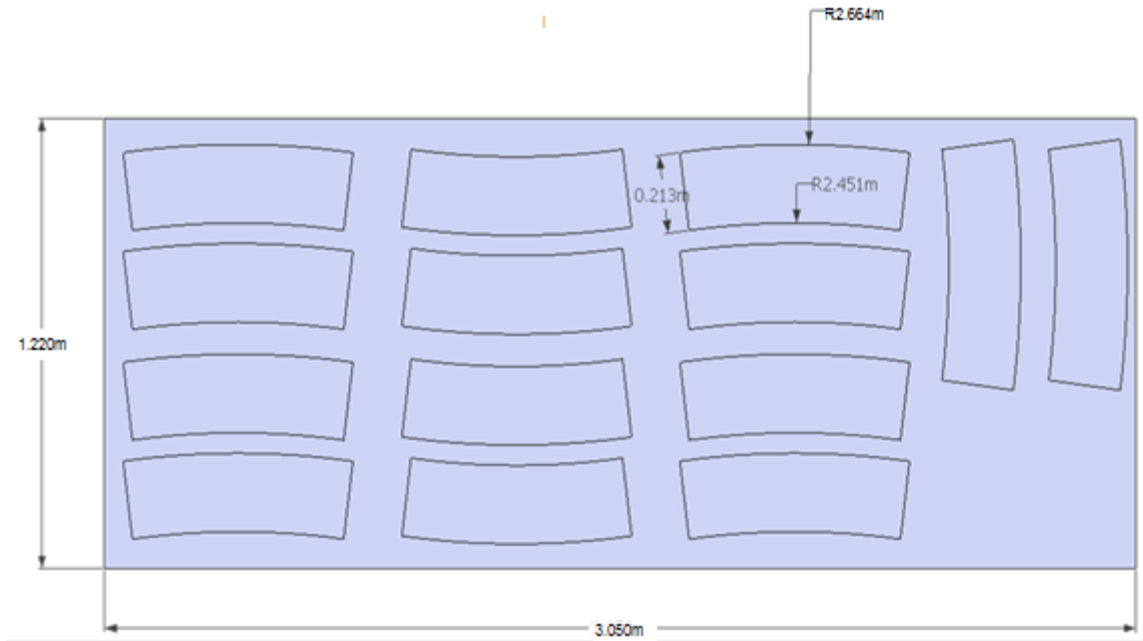


Imagen 3.32 Disposición actual del trazado de cuerpo de vaso. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Disposición actual

Descripción del ítem	Funda	Número de piezas obtenidas	10
Código de ítem	TAP_BL005L-SUB5	Área de material utilizado	1.486
Área de la placa	3.721	Área de material desperdiciado	2.235
Tipo de acero	Acero 430 2B 4X10 C20	% de aprovechamiento	40%
		Costo unitario	\$92.85
		Costo de la placa	\$929

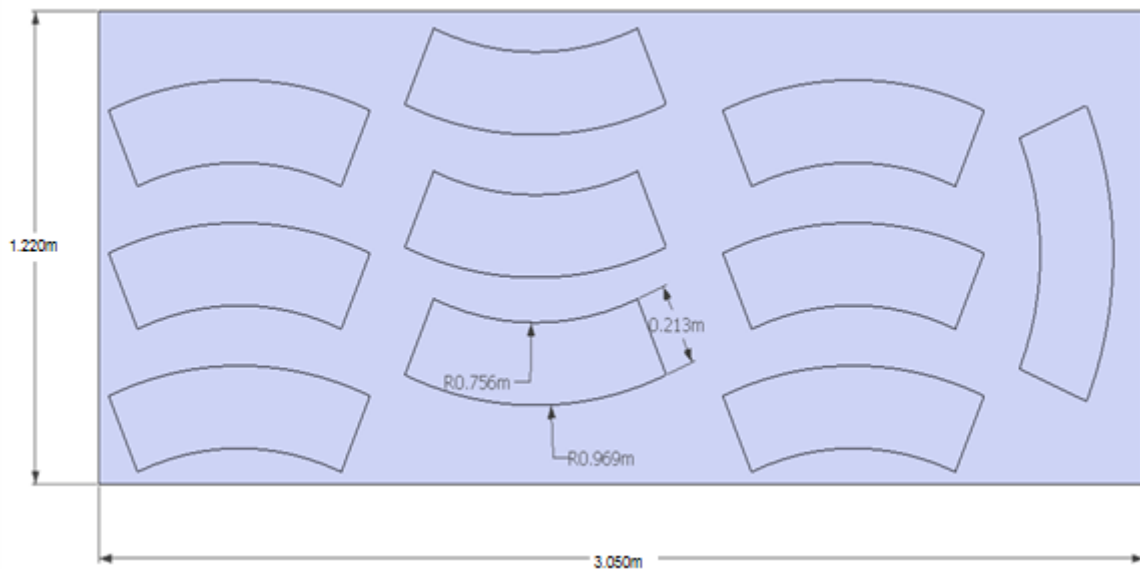


Imagen 3.33 Disposición actual del trazado de funda. Fuente: Elaboración propia, 2015.

3.7 Diseño para la optimización del proceso productivo

Se analiza la adquisición de la máquina de corte con chorro de agua para el proceso de corte de las 5 piezas que se enlistan a continuación:

Código de ítem	Descripción del ítem
TAP_BL005L-SUB1	Fondo de vaso
TAP_BL005L-SUB2	Fondo de funda
TAP_BL005L-SUB3	Tapa
TAP_BL005L-SUB4	Cuerpo de vaso
TAP_BL005L-SUB5	Funda

Tabla 3.13 Relación código de ítem y descripción de ítem. Fuente: Elaboración propia, 2015

Considerando que la máquina tiene un precio de lista de \$269,880.00 MXN, que la vida útil del activo es de 10 años y la depreciación es de 10% anual y la inflación para los próximos 10 años será de 3.84% considerando se tiene lo siguiente:

Tasa de depreciación	10.00%
Inflación	3.84%
Vida útil (años)	10
Valor de salvamento (VF)	\$ 137,164.77
Valor de salvamento (VP)	\$ 94,101.34

Año	Depreciación	Valor del activo	Valor futuro
0	\$ -	\$ 269,880.00	\$ 269,880.00
1	\$ 26,988.00	\$ 242,892.00	\$ 252,219.05
2	\$ 24,289.20	\$ 218,602.80	\$ 235,713.84
3	\$ 21,860.28	\$ 196,742.52	\$ 220,288.72
4	\$ 19,674.25	\$ 177,068.27	\$ 205,873.03
5	\$ 17,706.83	\$ 159,361.44	\$ 192,400.70
6	\$ 15,936.14	\$ 143,425.30	\$ 179,810.00
7	\$ 14,342.53	\$ 129,082.77	\$ 168,043.23
8	\$ 12,908.28	\$ 116,174.49	\$ 157,046.48
9	\$ 11,617.45	\$ 104,557.04	\$ 146,769.36
10	\$ 10,455.70	\$ 94,101.34	\$ 137,164.77

Tabla 3.14 Depreciación de la maquinaria a lo largo de la vida útil. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Al final de la vida útil del activo, se espera recuperar \$ 94,101.34 (\$ 137,164.77 a valor futuro); por lo que el costo de poder utilizar la máquina durante ese periodo será de:

$$\$ 269,880.00 - \$ 94,101.34 = \$ 175,778.66$$

Si el dato anterior se divide entre el periodo de la vida útil del activo, se está considerando que cada año, el tener la máquina costaría la siguiente cantidad:

$$\$ 175,778.66 / 10 \text{ años} = \$ 17,577.87 / \text{año}$$

A la par, se evalúa la posibilidad de tercerizar el proceso de corte con un proveedor que suministre a la empresa de las mismas 5 piezas.

Se han evaluado los costos que implicaría obtener las 5 piezas con los dos procesos diferentes; la utilización de la máquina de corte y la tercerización del proceso. Se ha cotizado el costo del producto con un tercero y se compara con el costo que representaría si el proceso se realiza dentro de TAPISA con la adquisición de la máquina.

Código de ítem	Descripción del ítem	Costo optimizado	Costo terciarizado
TAP_BL005L-SUB1	Fondo de vaso	\$ 26.78	\$ 44.19
TAP_BL005L-SUB2	Fondo de funda	\$ 26.78	\$ 44.19
TAP_BL005L-SUB3	Tapa	\$ 17.86	\$ 29.47
TAP_BL005L-SUB4	Cuerpo de vaso	\$ 46.43	\$ 76.61
TAP_BL005L-SUB5	Funda	\$ 58.03	\$ 95.75
Total		\$ 175.88	\$ 290.20

Tabla 3.15 Comparación del costo de los ítems. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Con lo anterior se evalúa cada una de las opciones, y se resume en las siguientes tablas:

Para la opción uno (compra de la máquina), se considera que anualmente se invertirá en mano de obra y en el primer año un monto de \$96,000 en el segundo año, se pagará su equivalente considerando la inflación del periodo y así sucesivamente hasta el año diez. Además se considera la inversión que se hace en materia prima la cual va incrementando su valor en función de la inflación de cada año correspondiente.

Año	Costo del periodo de tener el activo VF	Gastos Operativos	Producción anual	Materia Prima (Procesada)	Costo del proceso de corte
1	\$ 18,252.86	\$ 96,000	5408	\$ 951,159.04	\$1,065,411.90
2	\$ 19,654.68	\$ 99,686	5408	\$ 987,683.55	\$1,107,024.62
3	\$ 21,137.24	\$ 103,514	5408	\$1,025,610.60	\$1,150,262.19
4	\$ 22,704.68	\$ 107,489	5408	\$1,064,994.04	\$1,195,188.03
5	\$ 24,361.34	\$ 111,617	5408	\$1,105,889.81	\$1,241,868.05
6	\$ 26,111.74	\$ 115,903	5408	\$1,148,355.98	\$1,290,370.71
7	\$ 27,960.66	\$ 120,354	5408	\$1,192,452.85	\$1,340,767.17
8	\$ 29,913.07	\$ 124,975	5408	\$1,238,243.04	\$1,393,131.35
9	\$ 31,974.19	\$ 129,774	5408	\$1,285,791.57	\$1,447,540.06
10	\$ 34,149.50	\$ 134,758	5408	\$1,335,165.97	\$1,504,073.10

Tabla 3.16 Costos del proceso de corte con la compra de la maquinaria chorro de agua. Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el caso de la opción dos, al ser un proceso tercerizado la mano de obra la mano de obra deja de pagarse, y esto se ve reflejado en el costo de los ítems que el proveedor suministra, en donde se incluyen los respectivos gastos asociados con la manufactura de las piezas y una utilidad para el proveedor. Además de esto se suma el costo de mantener el inventario físicamente en el almacén de Tapisa, costo que es generado por la disponibilidad del stock de seguridad de los ítems para que no se tengan problemas de faltantes y no afecte la operación de la línea de producción. Se cuenta con lo siguiente:

Año	Costo del periodo de mantener el inventario VF	Producción anual	Materia prima (Tercerizada)	Costo de tercerizar el proceso
1	\$ 10,987.68	5408	\$1,569,412.42	\$1,580,400.10
2	\$ 11,409.61	5408	\$1,629,677.85	\$1,641,087.46
3	\$ 11,847.74	5408	\$1,692,257.48	\$1,704,105.22
4	\$ 12,302.69	5408	\$1,757,240.17	\$1,769,542.86
5	\$ 12,775.11	5408	\$1,824,718.19	\$1,837,493.30
6	\$ 13,265.68	5408	\$1,894,787.37	\$1,908,053.05
7	\$ 13,775.08	5408	\$1,967,547.21	\$1,981,322.28
8	\$ 14,304.04	5408	\$2,043,101.02	\$2,057,405.06
9	\$ 14,853.32	5408	\$2,121,556.10	\$2,136,409.41
10	\$ 15,423.68	5408	\$2,203,023.85	\$2,218,447.54

Tabla 3.17 Costo del proceso de corte tercerizado. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Si se comparan ambas propuestas y se grafica el costo total de las dos distintas opciones se tiene lo siguiente:

Año	Máquina	Tercerización	Año	Máquina	Tercerización
1	\$1,065,411.90	\$1,580,400.10	6	\$1,290,370.71	\$1,908,053.05
2	\$1,107,024.62	\$1,641,087.46	7	\$1,340,767.17	\$1,981,322.28
3	\$1,150,262.19	\$1,704,105.22	8	\$1,393,131.35	\$2,057,405.06
4	\$1,195,188.03	\$1,769,542.86	9	\$1,447,540.06	\$2,136,409.41
5	\$1,241,868.05	\$1,837,493.30	10	\$1,504,073.10	\$2,218,447.54

Tabla 3.18 Comparación del costo del proceso de corte con la compra de la maquinaria y la tercerización.

Con lo anterior se puede concluir que la adquisición de la máquina es la opción más viable, dado que los costos por adquirir la materia prima ya procesada exceden los costos que representa el realizar el proceso dentro de la empresa. Si a esto se le añade que la disponibilidad de los artículos no estará dependiendo de los tiempos de entrega del proveedor, la opción 1 es la que resulta más factible tanto como operacional como económicamente.

Capítulo IV Propuesta

4.1 Reingeniería del proceso

La propuesta de nueva disposición busca maximizar el número de piezas obtenidas por placa mediante la adquisición de una maquinaria con la tecnología que permita realizar los cortes propuestos.

A continuación se muestra la disposición propuesta de los trazados. En cada uno de ellos se refleja el costo unitario de la pieza o ítem. Y en función de los promedios de costo de la placa del calibre correspondiente, se calcula el costo unitario.

Disposición propuesta		Número de piezas obtenidas:	52
Descripción del ítem	Fondo de vaso	Área de material utilizado	2.424
Código de ítem	TAP_BL005L-SUB1	Área de material desperdiciado:	1.297
Área de la placa	3.721	% de aprovechamiento	65%
Tipo de acero	Acero 304 2B 4X10 C18	Costo unitario	\$26.78
		Costo de la placa	\$1,393

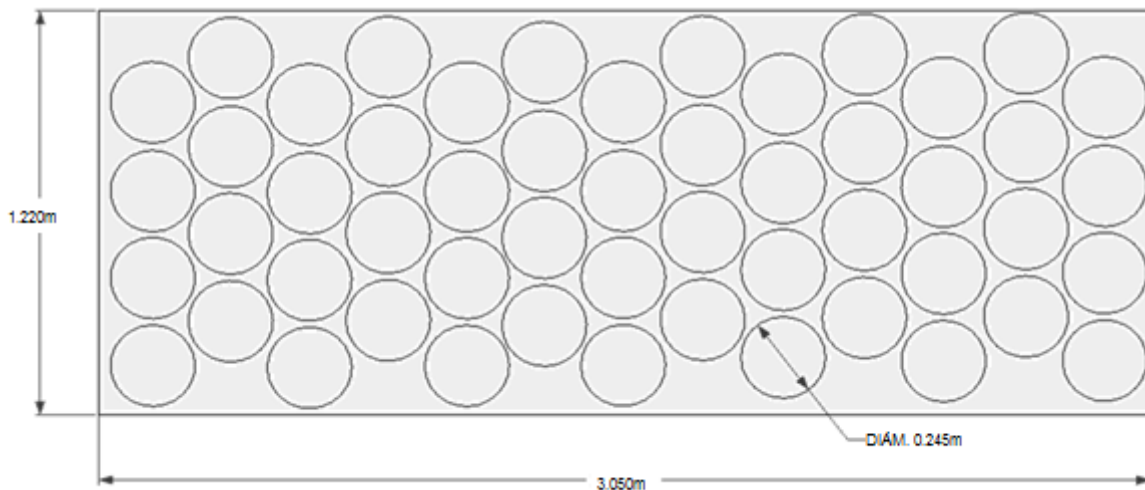


Imagen 4.1 Disposición propuesta del trazado de fondo de vaso. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Disposición propuesta		Número de piezas obtenidas:	52
Descripción del ítem	Fondo de funda	Área de material utilizado	2.656
Código de ítem	TAP_BL005L-SUB2	Área de material desperdiciado:	1.065
Área de la placa	3.721	% de aprovechamiento	71%
Tipo de acero	Acero 304 2B 4X10 C18	Costo unitario	\$26.78
		Costo de la placa	\$1,393

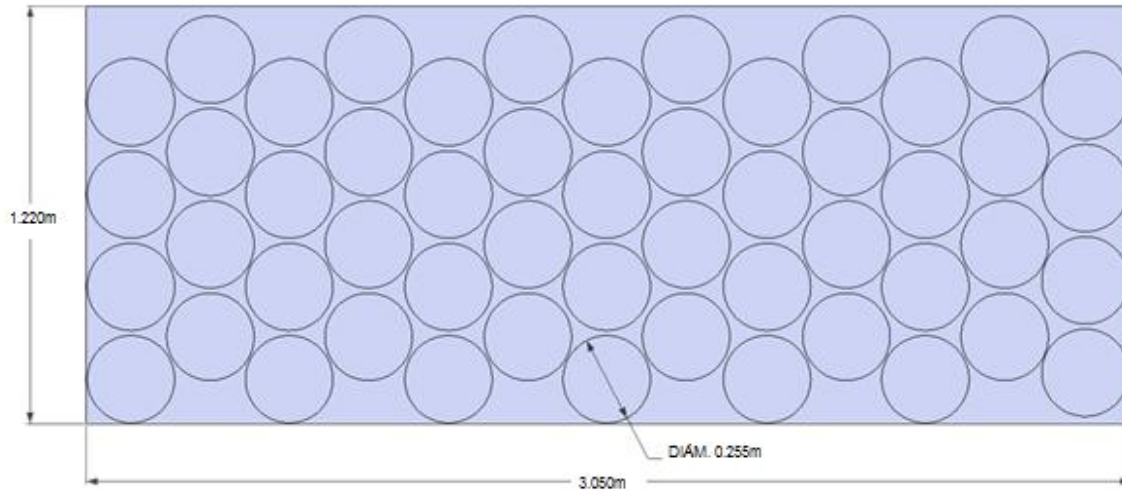


Imagen 4.2 Disposición propuesta del trazado de fondo de funda. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Disposición propuesta

Descripción del ítem	Tapa	Número de piezas obtenidas	52
Código de ítem	TAP_BL005L-SUB3	Área de material utilizado	2.656
Área de la placa	3.721	Área de material desperdiciado	1.065
Tipo de acero	Acero 430 2B 4X10 C20	% de aprovechamiento	71%
		Costo unitario	\$17.86
		Costo de la placa	\$929

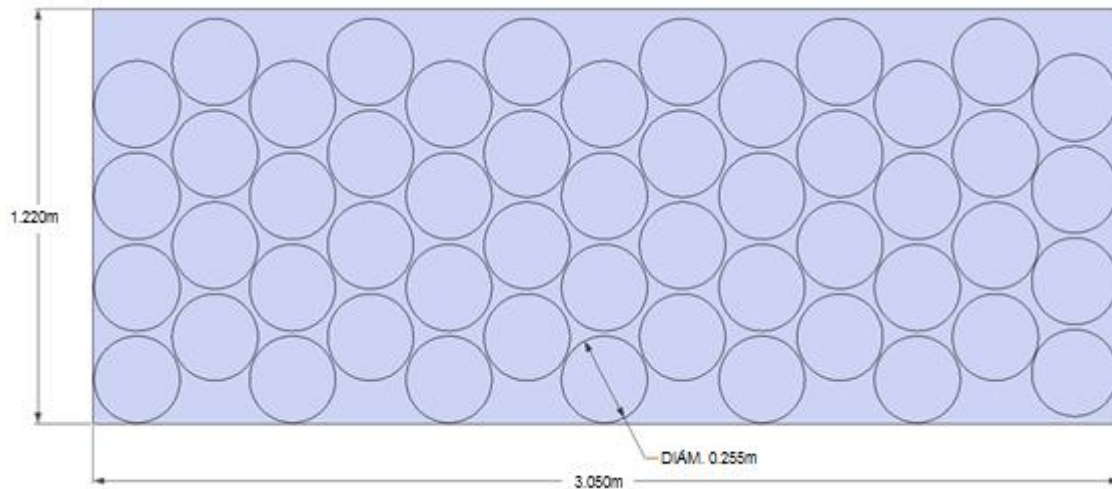


Imagen 4.3 Disposición propuesta del trazado de tapa. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Disposición propuesta

Descripción del ítem	Cuerpo de vaso	Número de piezas obtenidas:	20
Código de ítem	TAP_BL005L-SUB4	Área de material utilizado	2.781
Área de la placa	3.721	Área de material desperdiciado:	0.94
Tipo de acero	Acero 430 2B 4X10 C20	% de aprovechamiento	75%
		Costo unitario	\$46.43
		Costo de la placa	\$929

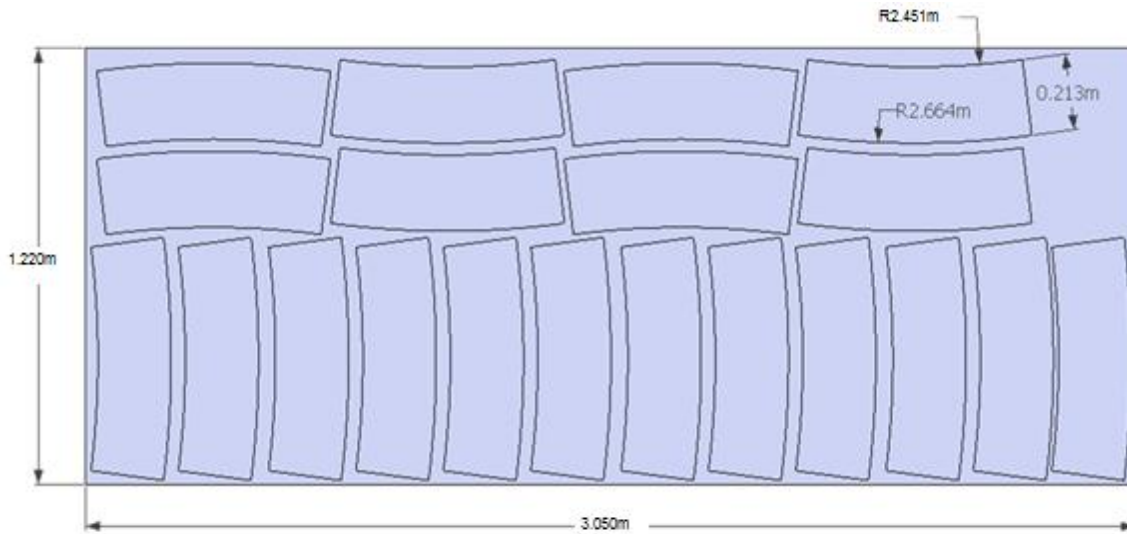


Imagen 4.4 Disposición propuesta del trazado de cuerpo de vaso. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Disposición propuesta

Descripción del ítem	Funda	Número de piezas obtenidas:	16
Código de ítem	TAP_BL005L-SUB5	Área de material utilizado	2.378
Área de la placa	3.721	Área de material desperdiciado:	1.343
Tipo de acero	Acero 430 2B 4X10 C20	% de aprovechamiento	64%
		Costo unitario	\$58.03
		Costo de la placa	\$929

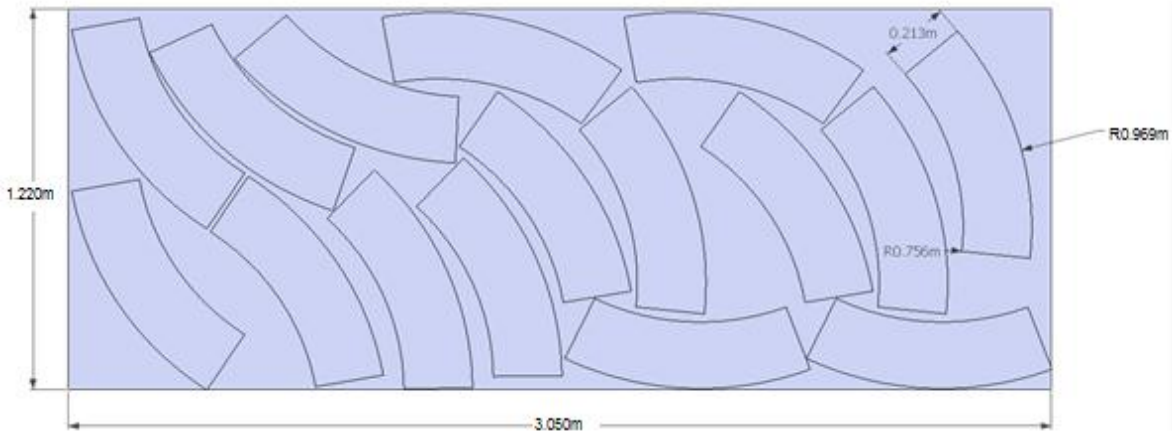


Imagen 4.5 Disposición propuesta del trazado de funda. Fuente: Elaboración propia, 2015.

4.1.1 Determinación de maquinaria y equipo

Basándose en el proceso de corte que se maneja en Tapisa S.A. de C.V. y aprovechando los múltiples beneficios que en la actualidad la tecnología ofrece sin perder de vista los detalles que hacen de Tapisa la marca líder en el mercado, se propone la siguiente máquina cortadora con las cualidades necesarias para maximizar la producción y mejorar el porcentaje de aprovechamiento actual en el proceso:

- **Máquina de corte con chorro de agua:** La tecnología de ésta máquina es versátil y capaz de cortar titanio, acero y bronce con facilidad, velocidad y precisión. Se permite el corte de diferentes piezas sin la necesidad de modificar sus elementos, excepto la programación del software de corte. Al cortar con agua, no se generan zonas afectadas por el calor, humo nocivo ni tensiones mecánicas en la superficie de corte, adicional a esto, la generación de desperdicio de material es menor, lo que implica la reducción de desperdicio.

Como parte del valor agregado, la máquina genera superficies lisas, sin bordes desiguales ni rebabas, incluso en aquellos materiales que no son uniformes, por tanto, no es necesario un acabado secundario.

La velocidad del corte depende de diversos factores, entre ellos, la presión de las bombas, la eficiencia de la presión y la configuración del cabezal de corte, el espesor y las propiedades del material a cortar, el diámetro de la tobera, la cantidad y calidad del abrasivo. Los materiales se cortan hasta un espesor de 150 mm, sin embargo, dependiendo de las características del material se puede cortar hasta 400 mm.

Las características indispensables con las que deberán contar las máquinas son las siguientes: Ser una máquina con un alto estándar de mecanizado por chorro abrasivo (siendo más rápido, suave y más precisa), ideal para una amplia gama de mecanizado moderno.

La máquina 1530 MAXIEM JetMachining cuenta con las siguientes características y ventajas:

- Máxima velocidad y precisión en el corte.
- Motorizado programable con una precisión en la boquilla que aumenta la productividad y eficiencia en los procesos.
- Sistema de transmisión protegidos contra el agua y la suciedad.
- Altamente eficiente, con una disponibilidad de 40 Hp con eficiencias operativas de hasta 85%.
- Simplifica el sistema de monitoreo, de ésta manera se minimiza el tiempo de inactividad en la planificación y el mantenimiento de rutina.
- Velocidad variable.
- Cuenta con sistema de recolección de sólidos (VS-SRS).
- Máquina 100% americana (Kent, Washington, EE. UU.)
- Corta una diversa variedad de materiales y espesores, desde los metales y materiales compuestos de vidrios y plásticos.
- Menor consumo eléctrico en comparación con otras bombas.
- Utiliza mucha menos agua de refrigeración que las bombas ineficientes de intensificador hidráulico.

- El acabado permite un corte suave, sin rebaja, lo cual reduce las operaciones secundarias.
- No despiden humos nocivos, líquidos o aceites que se utilicen en el proceso de mecanizado.
- Amable con el medio ambiente (tecnología verde), el sistema sólo utiliza granito natural abrasivo y gua en el proceso de despiece.



Imagen 4.6 1530 MaxiEM. Fuente: Omax Corporation, 2015.

Especificaciones de la máquina	
Guías de apoyo	4" x 1/8" Acero galvanizado
Carga máxima de material	1.950 kg/m ²
Requisitos eléctricos	3-Fase, 380-480 VCA ± 10 %, 50-60 Hz
Nivel de ruido	Por debajo de 80 dBA a un metro de corte sumergido
Velocidad	4.572 mm/min

Tabla 4.1 Especificaciones de maquinaria. Fuente: Omax Corporation, 2015.

Dimensiones de la máquina	
Huella (sin controlador)	4.293 Mm x 3.302 mm
Peso (depósito vacío)	1.814 kg
Altura (con látigo tuberías)	3,200 mm
Peso de funcionamiento (Con agua en el depósito)	7.121 kg
X-Y de Viajes *	3.061 mm x 1.575 mm
Desplazamiento del eje Z *	305 mm
Tamaño de la Mesa *	3.708 mm x 1.740 mm

Tabla 4.2 Dimensiones de la máquina. Fuente: Omax Corporation, 2015.

El precio de la maquinaria asciende a \$15,600 dólares, con el actual precio a la compra en México, se calcula que el costo más IVA será aproximadamente de \$269,880 pesos M.N.

4.1.2 Análisis costo beneficio de adquirir una maquinaria

En este apartado se muestra el análisis costo beneficio de tercerizar el proceso o adquirir una maquinaria nueva que ayude al proceso de corte. En resumen, se tiene la siguiente distribución de costos de materia prima:

Código de ítem	Costo Unitario MP (Propuesto)
TAP_BL005L-SUB1	\$26.78
TAP_BL005L-SUB2	\$26.78
TAP_BL005L-SUB3	\$17.86
TAP_BL005L-SUB4	\$46.43
TAP_BL005L-SUB5	\$58.03

Los costos unitarios están en función del costo de la materia prima, que de acuerdo al tipo de acero utilizado, los precios van cambiando:

Acero 304 2B 4X10 C18		Costo Unitario	Costo Total	\$ 1,392.71
Unidades	9	\$ 1,950.35	\$ 17,553.15	Costo Promedio
	14	\$ 1,156.30	\$ 16,188.20	
	15	\$ 1,180.95	\$ 17,714.25	
	7	\$ 1,206.42	\$ 8,444.94	
	9	\$ 1,979.46	\$ 17,815.14	
	9	\$ 1,979.46	\$ 17,815.14	
	14	\$ 1,156.30	\$ 16,188.20	
	15	\$ 1,180.95	\$ 17,714.25	
	6	\$ 1,206.42	\$ 7,238.52	
	1	\$ 1,206.42	\$ 1,206.42	

Tabla 4.3 Costos unitarios tipo de acero 304 2B C18. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Acero 430 2B 4X10 C20		Costo Unitario	Total	\$ 928.53
Unidades	5	\$ 838.92	\$ 4,194.60	Costo Promedio
	3	\$ 932.17	\$ 2,796.51	
	16	\$ 936.79	\$ 14,988.64	
	20	\$ 910.65	\$ 18,213.00	
	10	\$ 954.55	\$ 9,545.50	
	7	\$ 957.28	\$ 6,700.96	
	7	\$ 957.28	\$ 6,700.96	

Tabla 4.4 Costos unitarios tipo de acero 430 2B. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Acero 304 2B 4X10 C14		Costo Unitario	Total	\$ 2,919.93
Unidades	4	\$ 2,905.59	\$ 11,622.36	Costo Promedio
	1	\$ 2,977.27	\$ 2,977.27	

Tabla 4.5 Costos unitarios tipo de acero 304 2B C14. Fuente: Elaboración propia, 2015.

La reestructura del proceso de corte puede tomar dos vertientes. Se analiza la opción de tercerizar el proceso de corte con la finalidad de buscar el menor costo unitario. Lo anterior se compara contra la adquisición de la maquinaria.

Si se evalúa la opción de tercerizar el proceso, con lo anterior se puede calcular el tamaño de lote económico de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

En donde:

TC = Costo total del inventario, en valor monetario.

Q = Cantidad de pedido, en unidades.

C = Costo unitario de producto, en valor monetario.

S = Costo fijo de realizar un pedido, en valor monetario.

D = Demanda semanal del producto, en unidades.

H = Costo unitario semanal de mantener inventario, en valor monetario. $H = i \times C$

i = Costo de manejo de inventario como porcentaje del valor del producto, en porcentaje semanal
 Para el costo de manejo de inventario se ha considerado lo siguiente:

Código de ítem	Horas de manejo de inventario invertidas	Costo por manipulación por semana	Producción semanal	Costo del ítem	H	i
TAP_BL005L-SUB1	0.16021079	\$ 16.02	104	\$26.78	\$ 0.15	0.58%
TAP_BL005L-SUB2	0.1755445	\$ 17.55	104	\$26.78	\$ 0.17	0.63%
TAP_BL005L-SUB3	0.1755445	\$ 17.55	104	\$17.86	\$ 0.17	0.95%
TAP_BL005L-SUB4	0.47789611	\$ 47.79	104	\$46.43	\$ 0.46	0.99%
TAP_BL005L-SUB5	0.51080409	\$ 51.08	104	\$58.03	\$ 0.49	0.85%

Tabla 4.6 Costo de inventarios. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Con los datos anteriores, se ha construido la siguiente tabla en donde se muestra el costo de la disponibilidad del inventario con sus correspondientes días.

ÍTEM CODE	Producción semanal	Costo unitario	D	S	H	i^*	Q	Días de Inventario	Costo del inventario
TAP_BL005L-SUB1	104	\$26.78	104	\$4.02	\$0.15	0.58%	73.00	4.9	\$1,955.15
TAP_BL005L-SUB2	104	\$26.78	104	\$4.02	\$0.17	0.63%	70.00	4.7	\$1,874.80
TAP_BL005L-SUB3	104	\$17.86	104	\$2.68	\$0.17	0.95%	57.00	3.8	\$1,017.81
TAP_BL005L-SUB4	104	\$46.43	104	\$6.96	\$0.46	0.99%	56.00	3.8	\$2,599.89
TAP_BL005L-SUB5	104	\$58.03	104	\$8.70	\$0.49	0.85%	61.00	4.1	\$3,540.03

Tabla 4.7 Disponibilidad de inventarios. Fuente: Elaboración propia, 2015.

En resumen, se tiene que para tener disponibilidad de los artículos se debería pedir en promedio las cantidades indicadas (Q) para mantener cerca de 4.28 días de inventario para permitir a la empresa operar con los costos más bajos posibles.

Código del producto	BL005L
Producción semanal	104
Piezas totales	5
Costo del inventario	\$10,987.68
Días de inventario	4.28

Tabla 4.8 Datos generales. Fuente elaboración propia, 2015.

4.1.3 Análisis comparativo de datos actuales y propuestos

De acuerdo con el diseño propuesto anteriormente en el que se busca optimizar el proceso de corte a partir del óptimo aprovechamiento de la materia prima, se presenta el siguiente análisis comparativo de datos. En este apartado lo que se busca es hacer la comparación entre la situación actual de la empresa (capítulo tres, recopilación y análisis de la información) y la solución que se plantea (capítulo cuatro, propuesta), con la finalidad de poder observar cuanto beneficio representa

la mejora para la empresa, en cuanto a producción, el porcentaje de aprovechamiento de la materia prima, costos de compra de materia prima y los desperdicios generados durante el proceso de producción, principalmente.

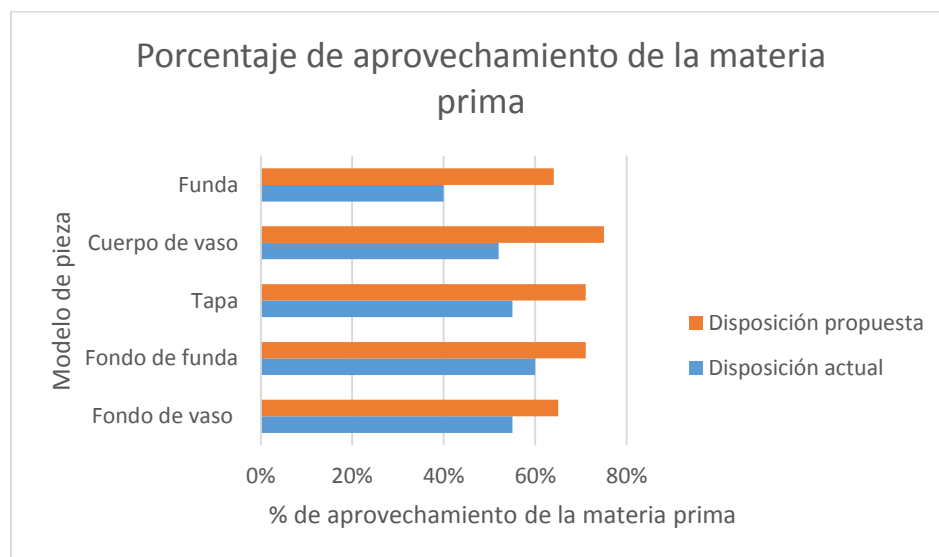
A continuación se presenta el análisis comparativo:

Porcentaje de aprovechamiento de la materia prima			
Partes	Disposición actual	Disposición propuesta	Diferencia de porcentaje de aprovechamiento
Fondo de vaso	55%	65%	10%
Fondo de funda	60%	71%	11%
Tapa	55%	71%	11%
Cuerpo de vaso	52%	75%	13%
Funda	40%	64%	24%

Tabla 4.9 Porcentaje de aprovechamiento. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Como se puede observar, se cuenta con una diferencia mayor al 10% de aprovechamiento en cada una de las partes a mecanizar, permitiendo la obtención de más piezas en una hoja de acero inoxidable y reduciendo el desperdicio generado.

Gráficamente se presenta la disposición actual en porcentaje de aprovechamiento y la disposición propuesta a continuación.



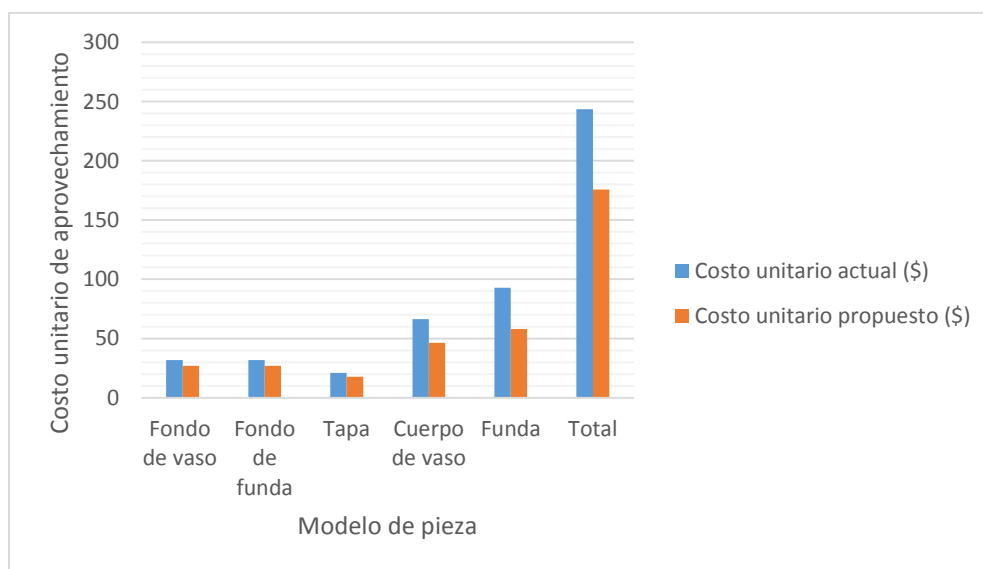
Gráfica 4.1 Porcentaje de aprovechamiento de la materia prima. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Comparando los costos unitarios por pieza generados actualmente y los costos que serían generados con la propuesta del reacomodo de plantillas, se puede observar el ahorro generado por pieza:

Costo unitario de aprovechamiento			
Partes	Costo unitario actual (\$)	Costo unitario propuesto (\$)	Diferencia en ahorro del costo unitario (\$)
Fondo de vaso	31.65	26.78	4.87
Fondo de funda	31.65	26.78	4.87
Tapa	21.1	17.86	3.24
Cuerpo de vaso	66.32	46.43	19.9
Funda	92.85	58.03	34.82
Total	243.57	175.88	67.7

Tabla 4.10 Costo unitario de aprovechamiento. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Por lo que se cuenta con un ahorro por licuadora de \$67.70 pesos por 5 placas de acero inoxidable mecanizadas en el departamento de corte.

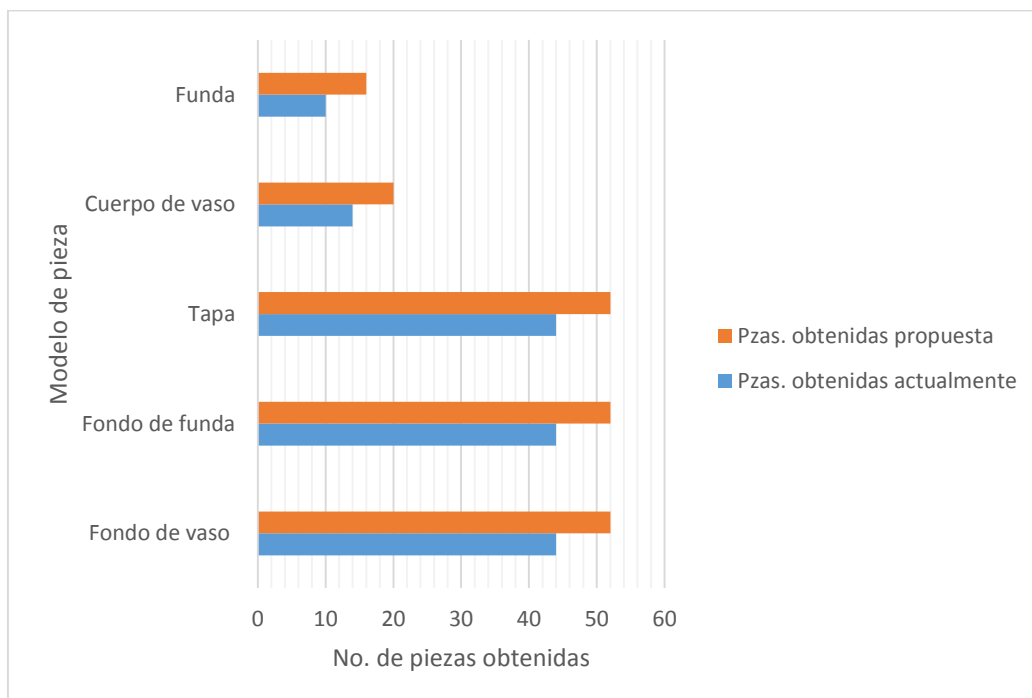


Gráfica 4.2 Costo unitario de aprovechamiento de la materia prima. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Derivado del re acomodo de las partes se cuenta con un incremento en el número de piezas obtenidas igual o superior a 6 piezas cada una:

No. de piezas obtenidas			
Partes	Piezas obtenidas actualmente	Piezas obtenidas propuesta	Diferencia de piezas obtenidas
Fondo de vaso	44	52	8
Fondo de funda	44	52	8
Tapa	44	52	8
Cuerpo de vaso	14	20	6
Funda	10	16	6

Tabla 4.11 No. de piezas obtenidas. Fuente: Elaboración propia, 2015.



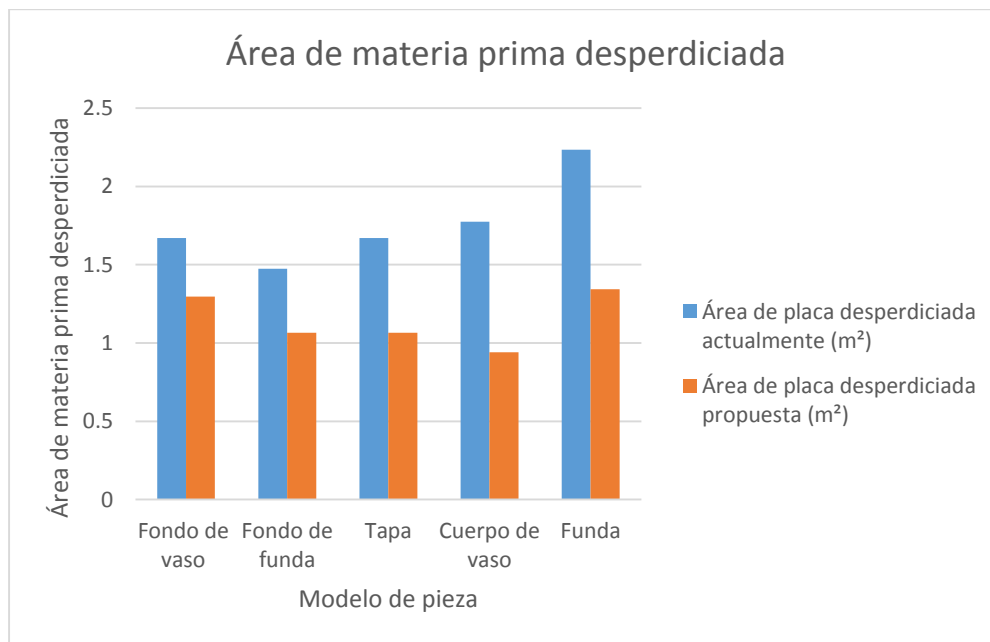
Gráfica 4.3 No. de piezas obtenidas. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Con el diseño de corte propuesto se determina el área desperdiciada, en donde el área mínima aprovechada es de 0.373 m² y el máximo de aprovechamiento es de 0.892 m², ofreciendo un total de 3.113 m² aprovechados con el re acomodo propuesto.

Enseguida se muestra el material que sería aprovechado y el desperdiciado justificado en la propuesta de re acomodo de plantillas de corte:

Área de materia prima desperdiciada			
Partes	Área de placa desperdiciada actualmente (m ²)	Área de placa desperdiciada propuesta (m ²)	Diferencia de área de placa desperdiciada propuesta (m ²)
Fondo de vaso	1.67	1.297	0.373
Fondo de funda	1.474	1.065	0.409
Tapa	1.67	1.065	0.605
Cuerpo de vaso	1.774	0.94	0.834
Funda	2.235	1.343	0.892

Tabla 4.12 Área de materia prima desperdiciada. Fuente: Elaboración propia, 2015.



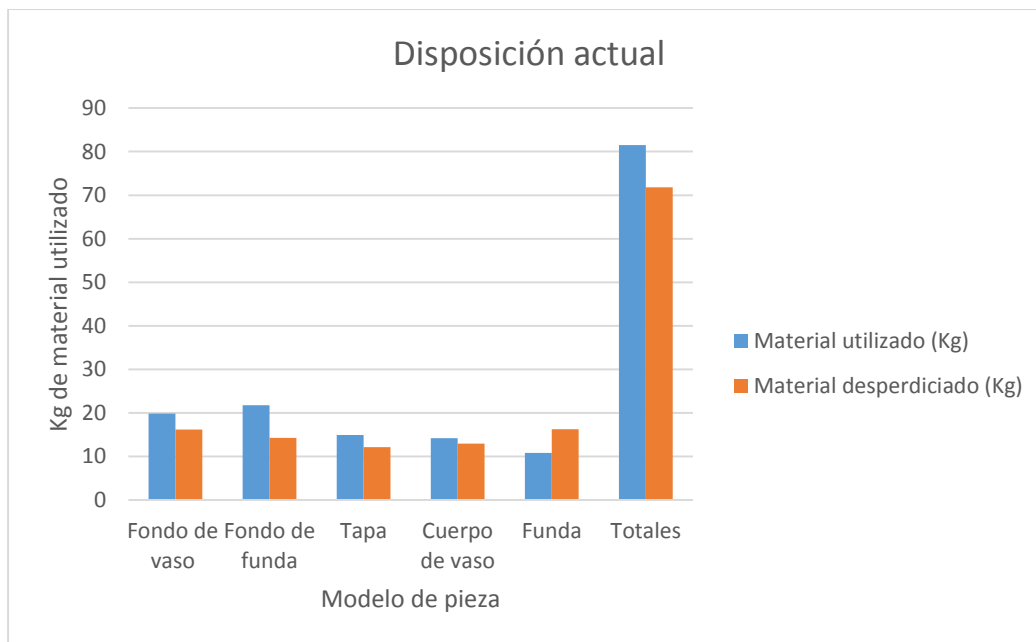
Gráfica 4.4 Área de materia prima desperdiciada. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Con el análisis realizado con anterioridad, se presentan en estadísticas los kilogramos aprovechados actualmente y los kilogramos que serán aprovechados con la propuesta del re acomodo, tomando como base el peso total de la placa, el cual es de: 36.019 kg.

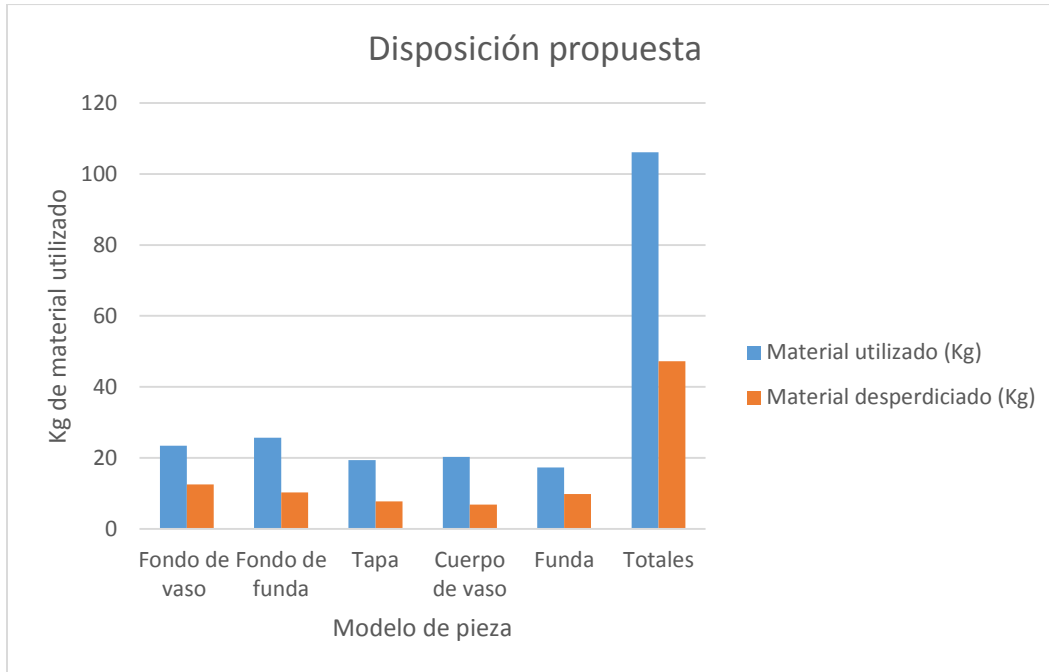
Material utilizado y desperdiciado				
Partes	Disposición actual		Disposición propuesta	
	Material utilizado (Kg)	Material desperdiciado (Kg)	Material utilizado (Kg)	Material desperdiciado (Kg)
Fondo de vaso	19.85	16.17	23.46	12.55
Fondo de funda	21.75	14.27	25.71	10.31
Tapa	14.93	12.16	19.34	7.75
Cuerpo de vaso	14.17	12.91	20.25	6.84
Funda	10.82	16.27	17.31	9.78
Totales	81.52	71.78	106.07	47.23

Tabla 4.13 Material utilizado y desperdiciado. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Considerando como referencia el total de kilogramos aprovechados en las 5 placas de acero (3.5 x 1.22 m) que es de: 180.095 kg, por tanto, se concluye que la disposición actual es de 81.52 kg utilizados (44 fondos de vaso, 44 fondos de funda, 44 tapas, 14 cuerpos de vaso, 10 fundas) y el desperdicio es de 71.78 kg.



Gráfica 4.5 Material utilizado disposición actual. Fuente: Elaboración propia, 2015.



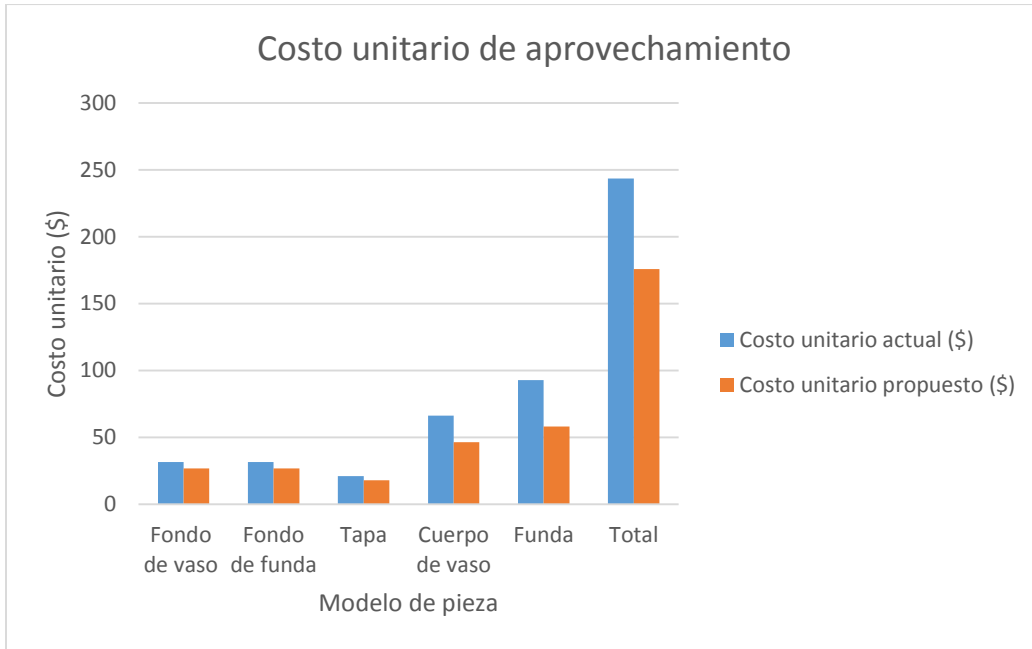
Gráfica 4.6 Material utilizado disposición propuesta. Fuente: Elaboración propia, 2015.

La disposición propuesta genera un total de 106.07 kg de material utilizado (52 fondos de vaso, 52 fondos de funda, 52 tapas, 20 cuerpos de vaso, 16 fundas) y un desperdicio de 47.23 kg.

Costo unitario de aprovechamiento			
Partes	Costo unitario actual (\$)	Costo unitario propuesto (\$)	Diferencia en ahorro del costo unitario (\$)
Fondo de vaso	31.65	26.78	4.87
Fondo de funda	31.65	26.78	4.87
Tapa	21.1	17.86	3.24
Cuerpo de vaso	66.32	46.43	19.9
Funda	92.85	58.03	34.82
Total	243.57	175.88	67.7

Tabla 4.14 Costo unitario de aprovechamiento. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Se presenta gráficamente el material que es aprovechado en el área de corte con el proceso actual en Tapisa, así como el desperdicio que se genera actualmente.



Gráfica 4.7 Costo unitario de aprovechamiento. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Se cuenta con una diferencia de 24.55 kg de desperdicio aprovechado, lo cual equivale al 30.11% de aprovechamiento adicional del desperdicio generado en el área de corte por lote de licuadora industrial de 5 litros.

Equivalente a costo, se puede traducir que ha sido aprovechado \$949.25 pesos de desperdicio por lote de corte de 5 placas de acero inoxidable; en donde, las 5 placas de acero inoxidable tipo 304 (180.095 kg) cuestan \$6,963.55 pesos del cual el costo de desperdicio actual que se genera es de \$2, 775.44 pesos, por lo cual la propuesta arroja que el costo de desperdicio que se generaría es de \$1,826.19 peso

4.1.4 Determinación de indicadores clave de rendimiento

Proceso de corte para la fabricación de una licuadora industrial de cinco litros

Misión: Reducir la generación de residuos de acero, a través de la mejora del proceso de producción.

Responsable del proceso: Departamento de producción – Jefe de corte

Indicadores: Responsable y periodicidad

Indicador	Responsable	Periodicidad
Utilización de materia prima en kilogramos	Jefe de corte	Semanal
Kilogramos de residuos de acero generados	Jefe de corte	Semanal
Porcentaje de desperdicio generado	Gerente de producción	Mensual
Costo del desperdicio generado	Gerente de producción	Mensual

Tabla 4.15 Indicadores clave de rendimiento KPI. Fuente: Elaboración propia, 2015.

1. Indicador: Utilización de materia prima en kilogramos

Forma de cálculo:

$(\text{Kilogramos utilizados} / \text{Kilogramos disponibles}) * 100$

2. Indicador: Kilogramos de residuos de acero generados

Forma de cálculo:

$(\text{Kilogramos de acero disponible} - \text{Kilogramos de acero utilizado})$

3. Indicador: Porcentaje de desperdicio generado

Forma de cálculo:

$100 - ((\text{Kg de acero utilizado} - \text{Kg de residuos de acero} / \text{Kg de acero utilizado}) * 100)$

4. Indicador: Costo del desperdicio generado

Forma de cálculo:

$(\text{Kilogramos de desperdicio generado} * \text{Costo por Kilogramo de acero})$

4.2 Modelo logístico para el manejo de los residuos de acero

El diseño logístico para la implementación de la ruta más óptima se determinó a partir de un modelo de simulación que consta de dos rutas que tienen en común la misma ciudad de origen y destino. Cada una de estas dos rutas pasa por diferentes calles como nodos intermedios haciendo que el recorrido se vuelva más largo o más corto dependiendo del trayecto.

Definidas las rutas alternativas se utilizó una herramienta web para determinar el tiempo del que consta el recorrido del nodo origen al nodo destino, además de implementar como principal variable para la determinación de la ruta más corta el algoritmo Dijkstra, algoritmo que realiza operaciones (sumas y comparaciones) para determinar la longitud del camino más corto entre dos vértices de un grafo ponderado simple, conexo y no dirigido con n vértices.

A los tiempos se les realizó un análisis detallando con el kilometraje que recorre y el tiempo destinado a cada trayecto. Para la determinación del centro de acopio más viable se realizó un análisis previo a los diferentes patios industriales con los que cuenta la Ciudad de México, se utilizaron los lugares establecidos por la SEMARNAT a través del plan para el manejo de desechos, se eligió el sitio más cercano al nodo origen, descartando aquellos cuales la distancia y el tiempo de recorrido fueran mayor.

NOMBRE	DIRECCIÓN	MATERIA
Centro de acopio 1 Comercial de desechos	Col. Leyes de Reforma.	Material: Metales.
Centro de acopio 2 Aceros Talismán	Gustavo A Madero.	Material: Metales
Centro de acopio 3 Desperdicios industriales Zaragoza	Pantitlán, Iztacalco.	Material: Metales.
Centro de acopio 4 Paca y fierro el hormiguero	Col. San Marcos.	Material: Metales.
Centro de acopio 5 Hazemag	Naucalpan	Aluminio, cable eléctrico, desperdicio industrial.

Tabla 4.16 Centros de acopio de residuos industriales. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Algunas de las alternativas de centros de acopio consideradas son las siguientes:

- Comercial de Desecho; tres rutas alternativas, 17.7 km de distancia con 30min de recorrido, 19.0 km de distancia con 31min de recorrido y 19.9 km de distancia con 27min de recorrido.



Imagen 4.7 Rutas de acceso a Comercial de desechos S.A. de C.V.

- Desperdicios industriales Zaragoza; tres rutas alternativas, 15.6 km de distancia con 28min de recorrido, 14.1 km de distancia con 22min de recorrido, 13.4 km de distancia con 19min de recorrido.

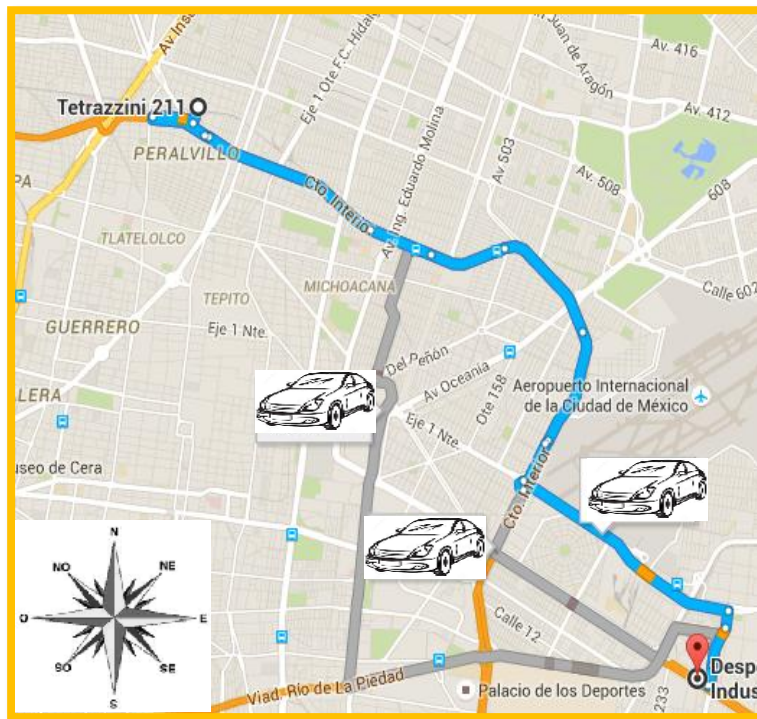


Imagen 4.8 Rutas de acceso a Desperdicios industriales Zaragoza. Fuente: Elaboración propia, 2015.

- Paca y fierro el hormiguero S.A de C.V; tres rutas alternativas, 8.4km de distancia con 15min, 8.0km de distancia con 18 min, 7.3km de distancia en 18min.

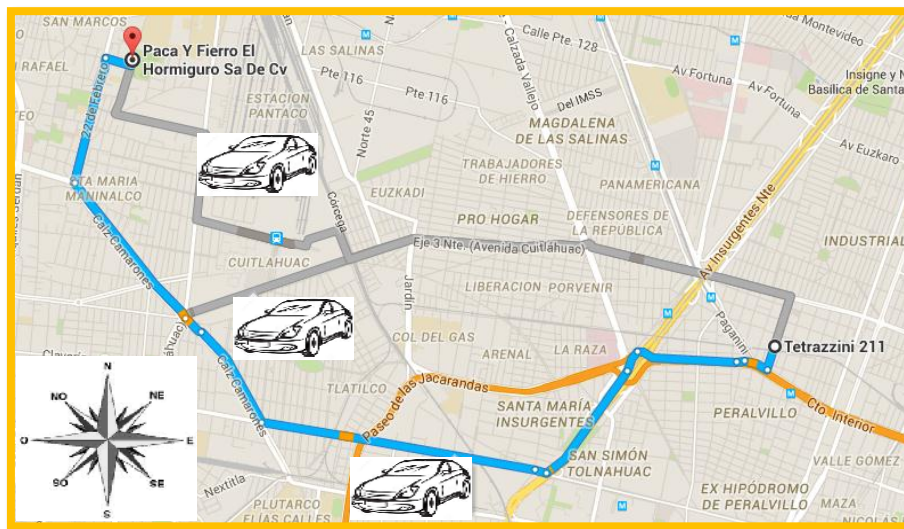


Imagen 4.9 Rutas de acceso a Paca y fierro el hormiguero S.A. de C.V. Fuente: Elaboración propia, 2015.

- Hazamag S.A de C.V: dos rutas alternativas, 19.7km de distancia con 23min y 10.4km de distancia en 26min.

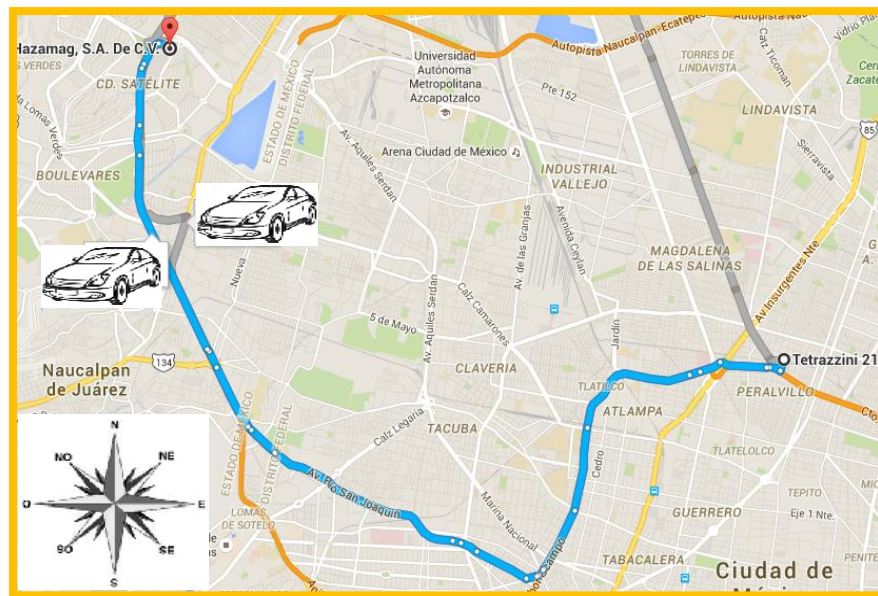


Imagen 4.10 Rutas de acceso a Hazamag S.A. de C.V. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Como resultado se estableció en primera instancia a través de los datos arrojados por la herramienta web y de acuerdo a las distancias y ubicación de cada uno de los centros de acopio, por kilómetros

y tiempo transcurridos de determino que la opción más viable para llevar los desechos generados en el proceso es Acero Talismán.

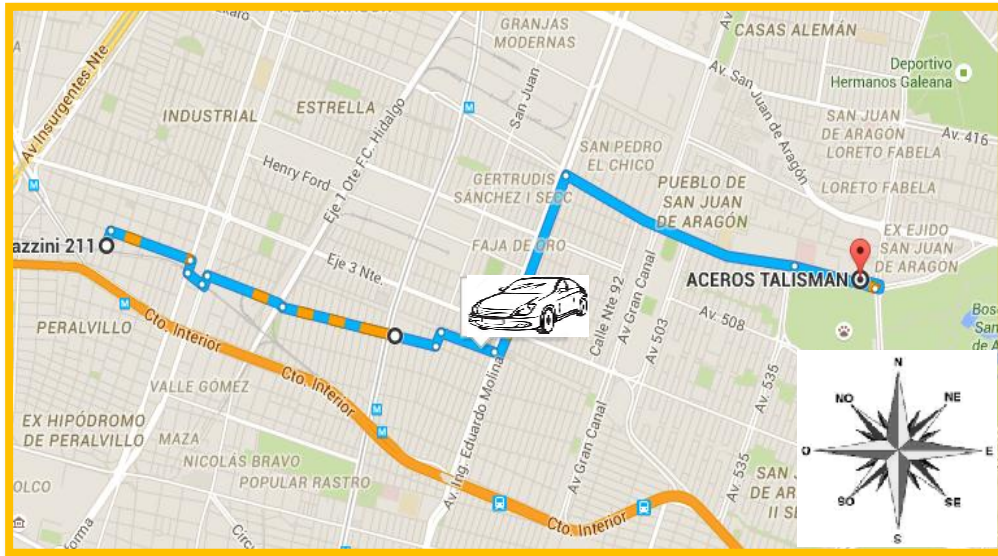


Imagen 4.11 Rutas de acceso a Aceros Talismán S.A. de C.V. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Determinada la ruta que se deberá llevar, se prosigue a marcar los nodos por los cuales deberá atravesar las diferentes variantes hasta llegar al punto que se desea.

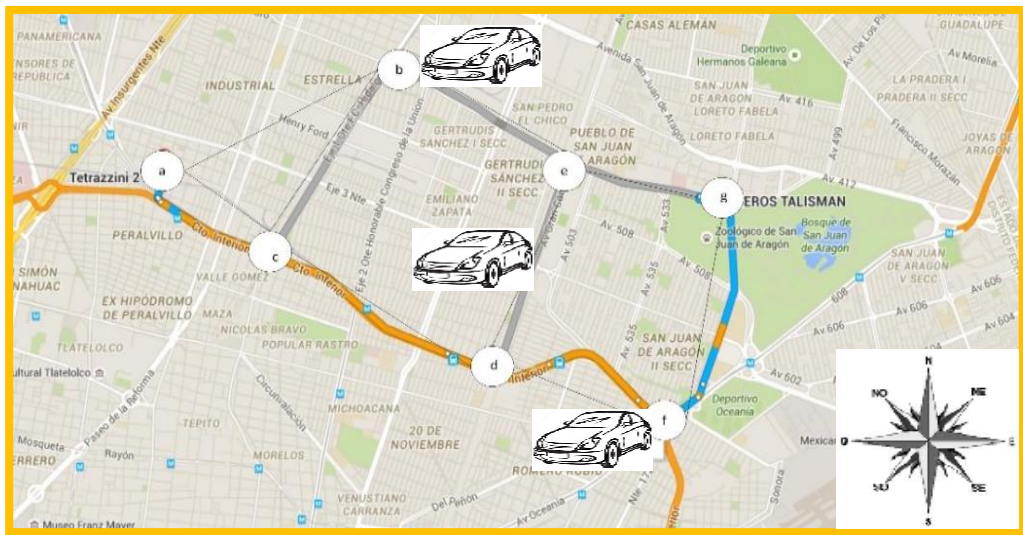


Imagen 4.12 Ruta determinada. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Los círculos con las letras dentro que se muestran en la imagen 4.12 se les llama nodos, estos nodos van interconectados de acuerdo a la ruta planeada, a las interconexiones se les llama aristas las cuales comprenden una distancia determinada que va a permitir a través del algoritmo de Dijkstra determinar la ruta más corta.

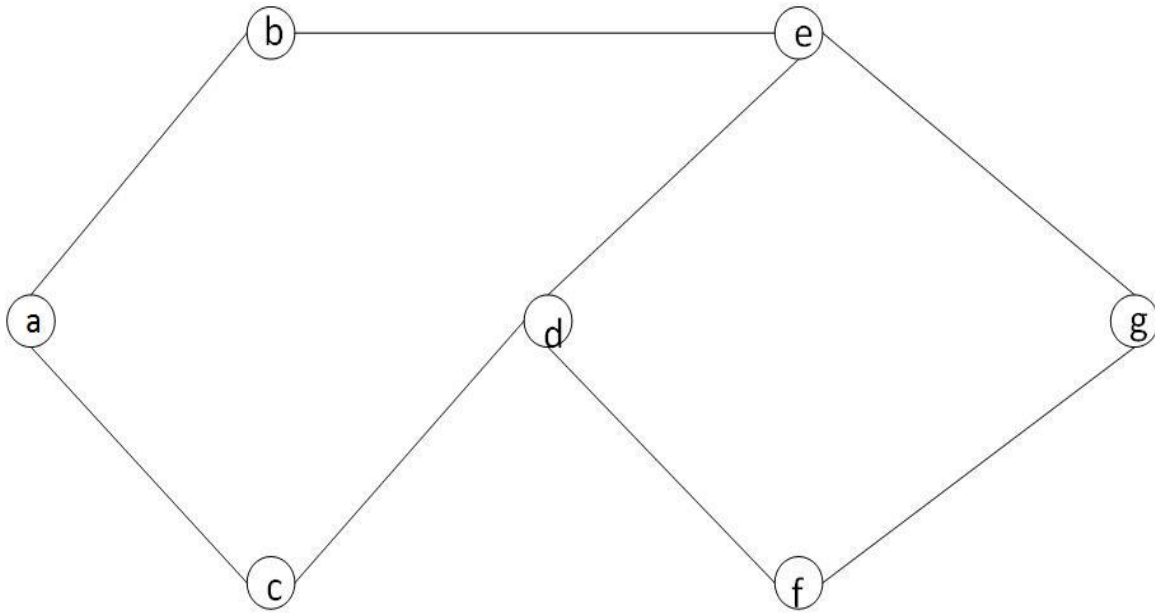


Diagrama 4.1 Grafo con los nodos propuestos para la ruta de distribución. Fuente: Elaboración propia, 2015.

La ruta fijada con el trayecto más pequeño únicamente fue determinada a través del método de observación por lo cual se debe aplicar el algoritmo de Dijkstra para obtener un resultado matemáticamente comprobado que asegure el resultado del menor tiempo y distancia por recorrer. La idea es explorar todos los caminos más cortos que parten del vértice origen y que llevan a los demás vértices que conforman el grafo hasta encontrar la ruta más corta. Dado esto se obtuvo el siguiente grafo:

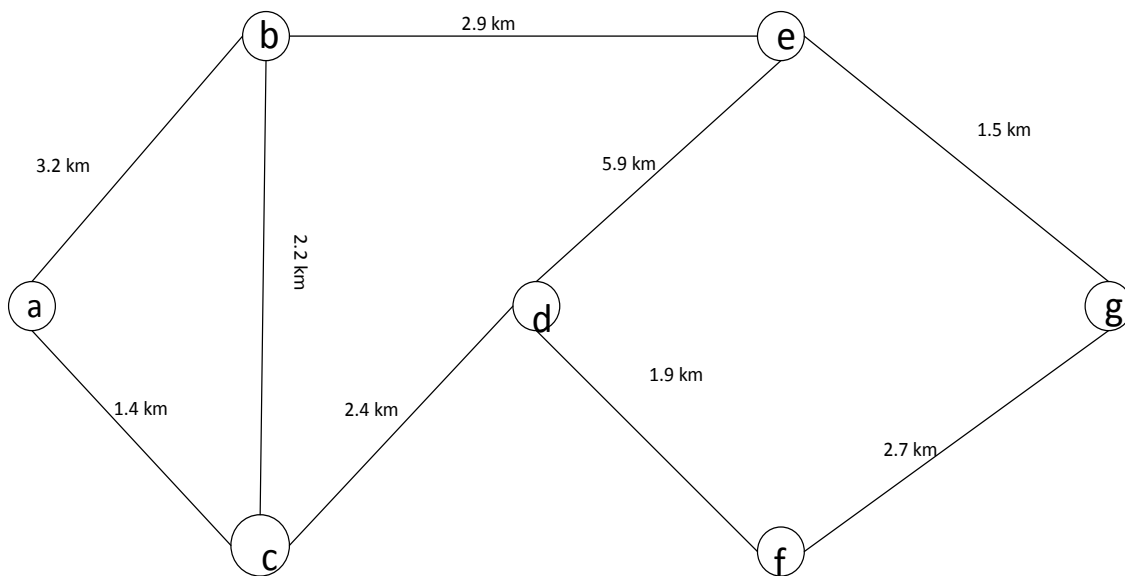
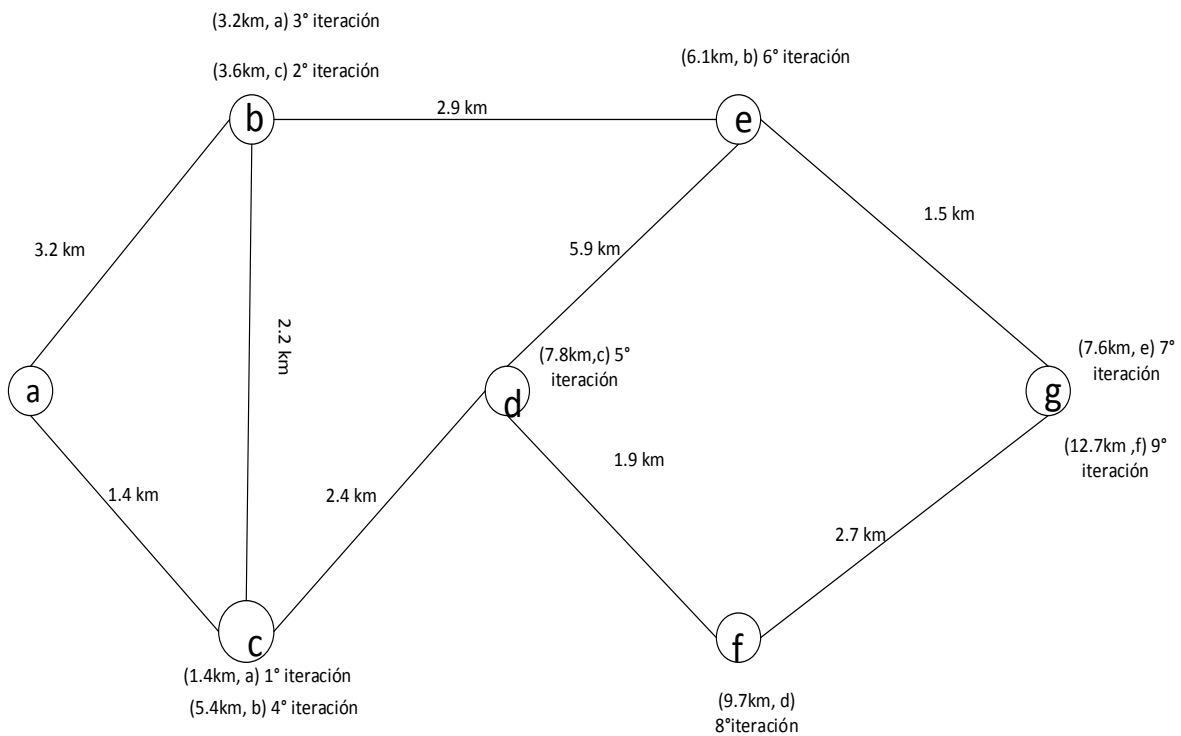


Diagrama 4.2 Grafo de ruta seleccionada. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Para llevar a cabo la resolución de la ruta más corta se inicia determinando el nodo origen, en el caso de estudio es el nodo a, los nodos siguientes son el nodo b y c, el nodo con la distancia más pequeña es el nodo c por lo cual se le agrega al nodo c la etiqueta (1.4,a) 1 iteración; se prosigue determinando los siguientes nodos a los que podemos llegar, la distancia más corta es el nodo b agregando la etiqueta la suma del 1.4km del nodo a más 2.2km del nodo b dando (3.6km, c) 2 iteración, como se llega al nodo b de forma más directa del nodo a se elige como nuevo nodo fijo al nodo b.

Del nodo b podemos llegar al nodo e y al nodo c, elegimos la ruta más corta con el nodo c, los 3.2km del nodo a más 2.2 km del nodo b llegamos a (5.4km, b) 4 iteración, se elige ahora el nodo d etiquetándolo como (7.8km, c) 5 iteración, definimos el nuevo nodo fijo con la distancia más corta, en este caso se selecciona el nodo b (3.2km, a) ya que es la ruta más corta y llegamos al nodo e etiquetándolo como (6.1km, b) 6 iteración, se elige la ruta más corta y es directamente al nodo destino g (12.7km, f) 7 iteración, en este momento se termina el grafo.

Como forma de comprobación se termina la segunda ruta propuesta con la 8 y 9 iteración dando como resultado (12.7, f), por lo cual el resultado al que se llega es el correcto.



Aplicando el logaritmo se determinó que la ruta más corta a seguir es la siguiente:

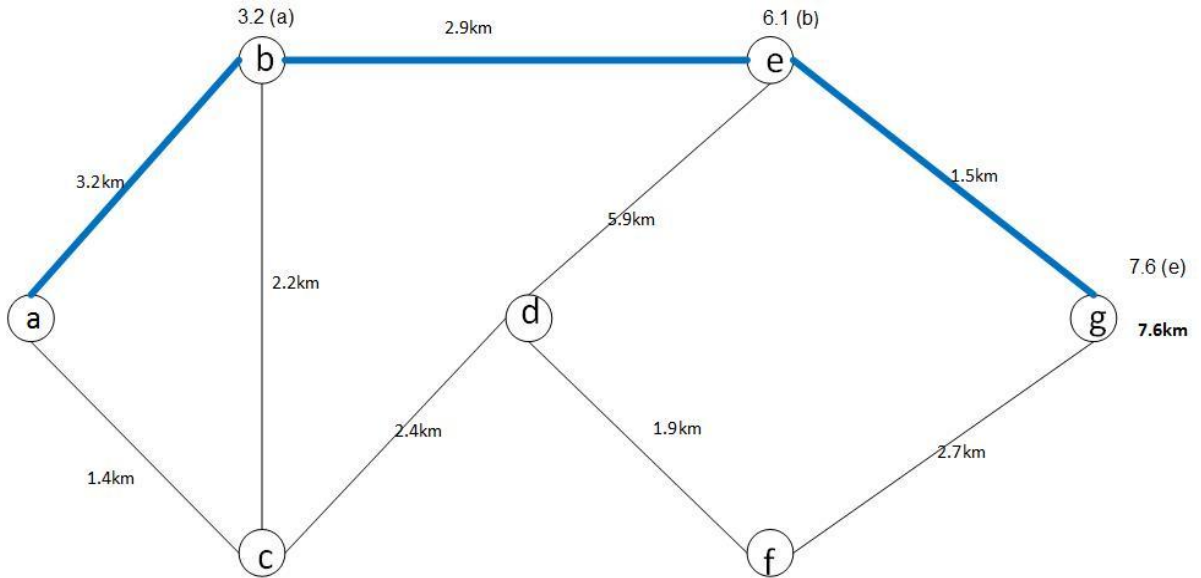


Diagrama 4.4 Ruta más corta. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Por lo tanto, trazado en el mapa se obtiene que la ruta más corta iría del nodo a al nodo b 3.2km-a (1 iteración), del nodo b al e 6.1km-b (2 iteración), del nodo e al g 7.6km-e; quedado al final una ruta corta de 7.6 Kilómetros.

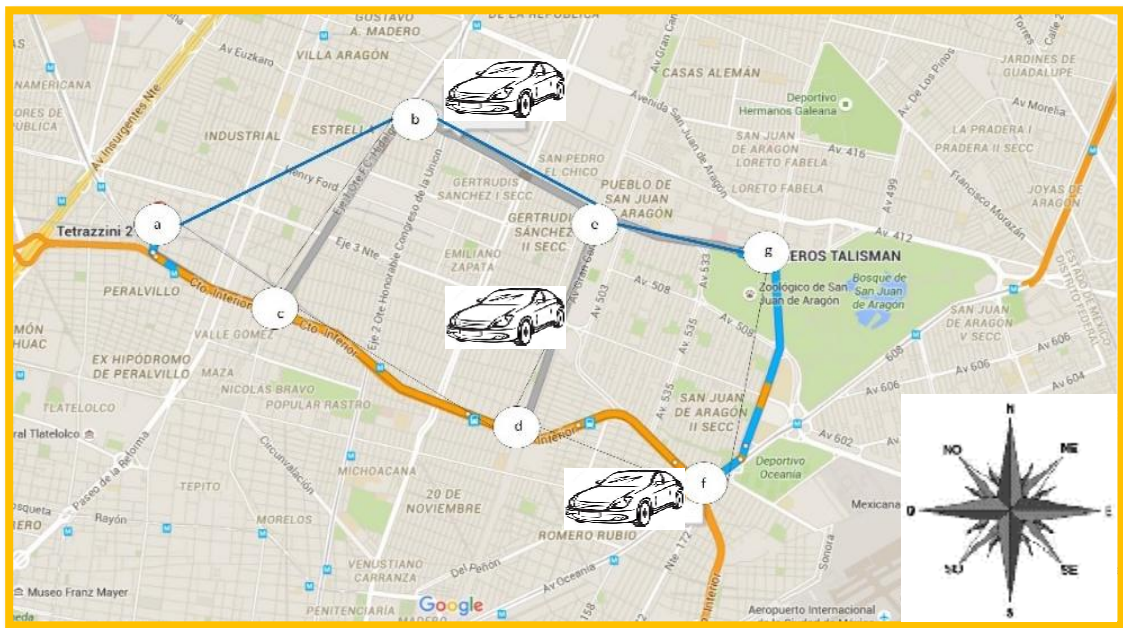


Imagen 4.13 Ruta más corta. Fuente: Elaboración propia, 2015.

4.2.1 Plan logístico para el manejo de los desechos metálicos

El plan logístico está integrado por la ruta que deberá seguir el desperdicio generado, la cual ya fue determinada en el apartado anterior, llegando a la conclusión de que el mejor centro de acopio es Aceros Talismán por la cercanía que tiene con la empresa. Ahora bien, ya se tiene el lugar destino donde se llevaran los desechos, pero es importante que dentro de la empresa se tomen ciertas medidas con los desechos, debido a que en el centro de acopio aceptan los desperdicios únicamente si no han tenido contacto con algún proceso químico porque sería ya un material contaminado difícil de reutilizar.

Para que la empresa cumpla con el requisito que el centro de acopio tiene con respecto a la calidad del material que va a recibir, se propone que todos los desperdicios una vez generados en el proceso de corte sean depositados en unos contenedores metálicos, conocidos como tambos, donde únicamente deberán ser depositados los desperdicios de acero y ningún otro material, para que este cumpla con los estándares solicitados, además de que su manejo será más controlado y a la hora de la recolección el manejo será aún más sencillo.

A continuación se muestra la imagen de los contenedores donde serán depositados los desechos de acero, es importante mencionar que estamos hablando del tambo convencional que se vende en el mercado:

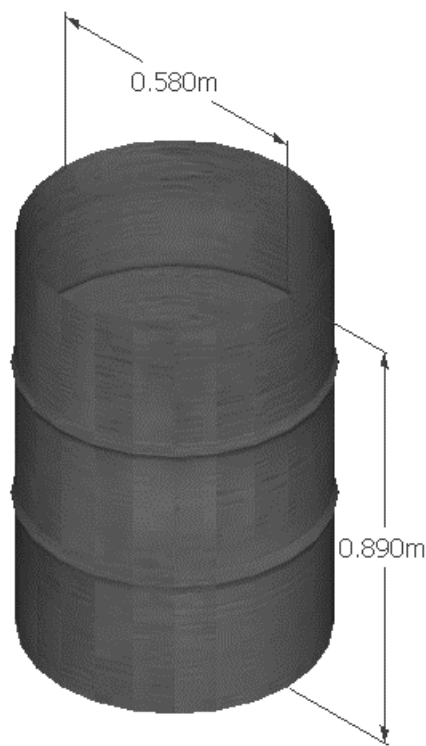


Imagen 4.14 Contenedor donde se depositaran los desechos de acero. Fuente: Elaboración propia, 2015.

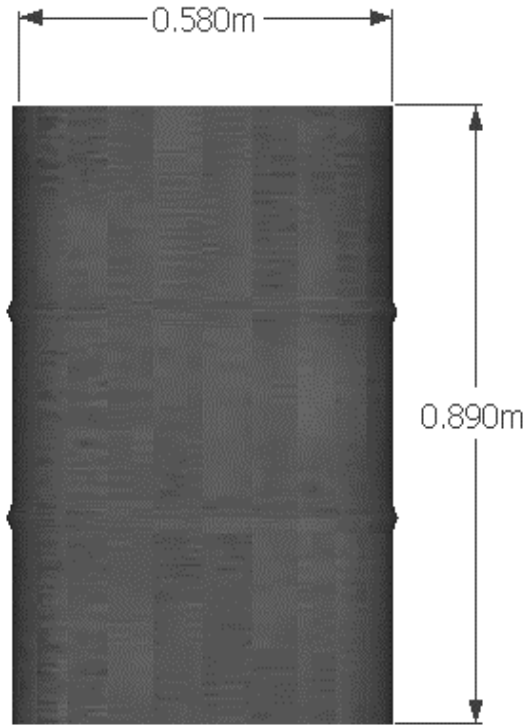


Imagen 4.15 Contenedor donde se depositaran los desechos de acero. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Determinada la ruta que se recorrerá para llevar los desperdicios de acero generados durante el proceso de producción, es necesario determinar cómo se hará el traslado de dichos desechos; para lo cual, la empresa dispone actualmente de un transporte que puede ser utilizado para ésta actividad, a continuación se muestran las características con las que cuenta el vehículo:

La camioneta que se utilizará para la distribución del nodo origen Tapisa al nodo destino que es Aceros Talismán, es la camioneta tipo Caddy 2015:



Imagen 4.16 Camioneta tipo Caddy 2015. Fuente: Elaboración propia, 2015.

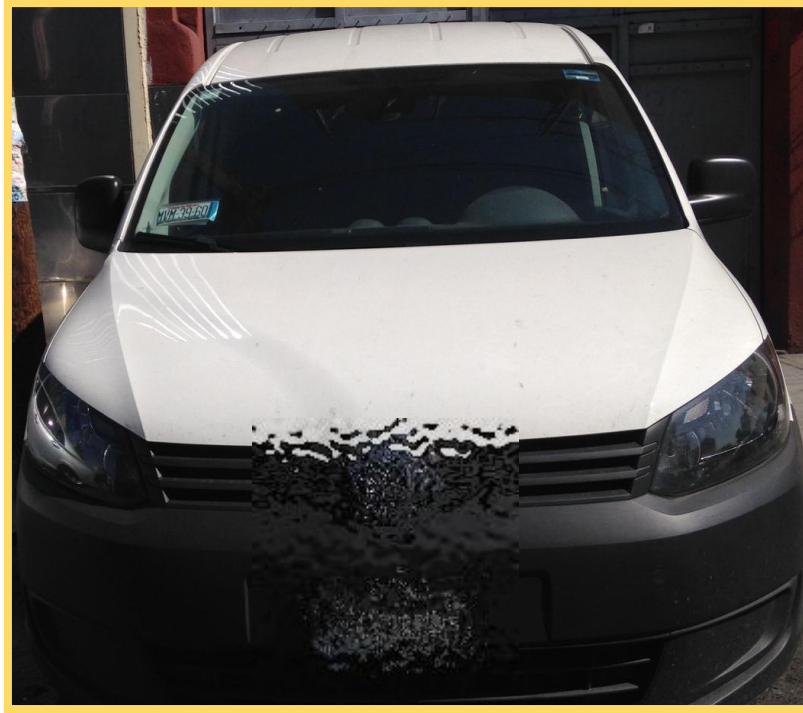


Imagen 4.16 Camioneta tipo Caddy 2015. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Aspectos técnicos

Motor (C,C)	1.995
Combustible	Diesel
Distribución	2 válvulas por cilindro
Inyección	Inyección directa
Potencia (CV/RPM)	140/320
Transmisión	Mecánica 6 velocidades
Tracción	Delantera

Tabla 4.17 Aspectos técnicos de la camioneta tipo Caddy. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Dimensiones y capacidades

Largo, Ancho y Alto (mm)	4.406/ 2.062/ 1.8123
Distancia entre ejes (mm)	2.681
Puerta deslizante (mm)	700
Capacidad de depósito de combustible (L)	60

Tabla 4.18 Dimensiones y capacidades de la camioneta tipo Caddy. Fuente: Elaboración propia, 2015.

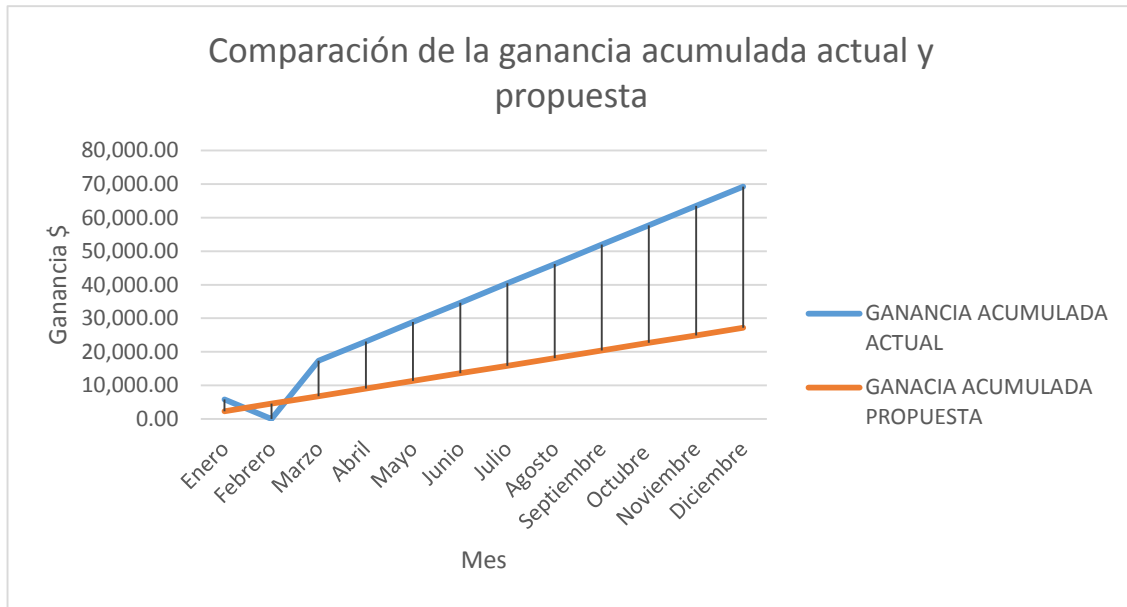
Determinadas las características de la ruta más corta a través del logaritmo de Dijkstra tomando en cuenta todas las variables que deberán intervenir, así como las características técnicas del equipo de transporte con el que cuenta la empresa y el % de desperdicio que resultado de la propuesta realizada que es de 47.23 kg semanalmente se puede determinar la ganancia neta que se obtendría al llevar los residuos generados en el proceso de corte al centro de acopio seleccionado, se hará un viaje por semana al centro de acopio.

Tomando en cuenta lo anterior a continuación se presenta la tabla de la ganancia anual que se obtendría por la venta del desperdicio al centro de acopio seleccionado.

Meses	Compra de desperdicio (\$)	Desperdicio semanal (kg)	Desperdicio mensual (kg)	Ganancia semanal (\$)	Ganancia mensual (\$)	Ganancia mensual acumulada (\$)
1	12	47.23	188.92	566.76	2,267.04	2,267.04
2	12	47.23	188.92	566.76	2,267.04	4,534.08
3	12	47.23	188.92	566.76	2,267.04	6,801.12
4	12	47.23	188.92	566.76	2,267.04	9,068.16
5	12	47.23	188.92	566.76	2,267.04	11,335.2
6	12	47.23	188.92	566.76	2,267.04	13,602.24
7	12	47.23	188.92	566.76	2,267.04	15,869.28
8	12	47.23	188.92	566.76	2,267.04	18,136.32
9	12	47.23	188.92	566.76	2,267.04	20,403.36
10	12	47.23	188.92	566.76	2,267.04	22,670.4
11	12	47.23	188.92	566.76	2,267.04	24,937.44
12	12	47.23	188.92	566.76	2,267.04	27,204.48

Tabla 4.19 Estimado anual por la venta de desperdicio al centro de acopio determinado. Fuente: Elaboración propia, 2015.

A comparación de la ganancia actual que se viene manejando, esta se ve disminuida considerablemente con la propuesta del reacomodo de piezas disminuyendo el desperdicio, aunque se debe considerar que esta ganancia es extra a los procesos productivo y venta de sus productos, además de la contribución ecológica al medio ambiente al determinar que el acero desecho podrá tener otro tipo de tratamiento, ya sea empleado en nuevas re manufacturas u procesos, como venta a proveedores de acero y no simplemente desechado en los tiraderos públicos.



Gráfica 4.8 Comparación de la ganancia acumulada actual y propuesta (\$). Fuente: Elaboración propia, 2015.

4.2.2 Análisis costo beneficio de disponer correctamente de los desperdicios de acero

Pensando en la implementación de un plan logístico que permita capitalizar el desperdicio mediante el traslado de desperdicios a un centro de acopio, se han analizado los montos de recuperación de los residuos de acero procesado.

Resumiendo la reingeniería del proceso de corte se cuenta con la siguiente información:

Pieza	Kg desperdiciados por placa
TAP_BL005L-SUB1	12.55
TAP_BL005L-SUB2	10.31
TAP_BL005L-SUB3	7.75
TAP_BL005L-SUB4	6.84
TAP_BL005L-SUB5	9.78

Tabla 4.20 Desperdicio generado por placa y pieza. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Considerando las piezas generadas por placa se obtienen los kilogramos de acero desperdiciados por pieza:

Pieza	Kg desperdiciados por placa	Piezas	Desperdicio por pieza
TAP_BL005L-SUB1	12.55	52	0.24
TAP_BL005L-SUB2	10.31	52	0.20
TAP_BL005L-SUB3	7.75	52	0.15
TAP_BL005L-SUB4	6.84	20	0.34
TAP_BL005L-SUB5	9.78	16	0.61
Desperdicio promedio por licuadora			1.54

Tabla 4.21 Kilogramos de acero desperdiciado por pieza. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Con lo anterior se deduce que por cada licuadora se desperdician 1.54 kilogramos de acero, dicho dato sirve para proyectar los kilogramos que se generarán en determinado tiempo, considerando que en promedio se producen 104 licuadoras por semana.

Desperdicio promedio por licuadora	1.54
Producción semanal	104
Kilogramos de acero generados por semana	160.37
Precio de compra del kilogramo de desperdicio de acero	\$10.50
Recuperación Semanal	\$1,683.89
Recuperación Mensual	\$7,312.88
Recuperación Anual	\$87,802.64

Tabla 4.22 Análisis costo beneficio del desperdicio generado. Fuente: elaboración propia, 2015.

Sin embargo, el trasladar los desperdicios hacia el centro de acopio implica la inversión en gastos de traslado, como el combustible y el pago al operador. Considerando los incrementos del precio de la gasolina que sufrirá en los próximos años de manera lineal se tiene lo siguiente:

Año	Precio gasolina (\$/L)
1	\$13.57
2	\$14.72
3	\$15.98
4	\$17.27
5	\$18.47

Tabla 4.23 Análisis del costo de la gasolina. Fuente: elaboración propia, 2015.

Se ha tomado en cuenta que los precios de compra de los residuos también experimentarán un incremento de acuerdo a la inflación. Se obtiene lo siguiente:

Año	Recuperación Anual
1	\$ 87,802.64
2	\$ 91,174.26
3	\$ 94,675.35
4	\$ 98,310.89
5	\$ 102,086.03

Tabla 4.24 Análisis de los precios de compra de los residuos. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Además se considera la distancia entre los nodos (empresa y centro de acopio), el rendimiento de combustible del vehículo, el costo y el tiempo que representa que un operador traslade los desperdicios se concluye lo siguiente:

Año	Rendimiento (Km/L) (Ciudad)	Precio gasolina (\$/L)	Número de viajes	Litros consumidos	Costo anual del combustible	Costo de operación (operador)	Costo total
1	15.1	\$13.57	52	52.34	\$ 710.31	\$ 2,554.89	\$ 3,265.20
2	15.1	\$14.72	52	52.34	\$ 770.65	\$ 2,653.00	\$ 3,423.65
3	15.1	\$15.98	52	52.34	\$ 836.67	\$ 2,754.87	\$ 3,591.54
4	15.1	\$17.27	52	52.34	\$ 903.90	\$ 2,860.66	\$ 3,764.56
5	15.1	\$18.47	52	52.34	\$ 966.55	\$ 2,970.51	\$ 3,937.06

Tabla 4.25 Análisis de las variables que intervienen en el traslado de los residuos. Fuente: Elaboración propia, 2015.

De tal forma que comparando los ingresos y los costos se puede calcular la utilidad que generaría durante los próximos cinco años.

Año	Ingresos Anuales	Costo total	Utilidad
1	\$ 87,802.64	\$ 3,265.20	\$ 84,537.44
2	\$ 91,174.26	\$ 3,423.65	\$ 87,750.62
3	\$ 94,675.35	\$ 3,591.54	\$ 91,083.81
4	\$ 98,310.89	\$ 3,764.56	\$ 94,546.33
5	\$ 102,086.03	\$ 3,937.06	\$ 98,148.97

Tabla 4.26 Utilidad por el traslado de los residuos. Fuente: Elaboración propia, 2015.

4.2.3 Determinación de indicadores clave de rendimiento

Proceso logístico para el manejo adecuado de residuos de acero generados

Misión: Implementar un sistema logístico para el almacenamiento, recolección y transporte adecuado de los residuos de acero generados.

Responsable del proceso: Departamento de producción – Jefe de corte

Indicadores: Responsable y periodicidad

Indicador	Responsable	Periodicidad
Costo por kilogramo de almacenamiento de residuos	Jefe de corte	Semanal
Entregas exitosas de residuos a centro de acopio	Gerente de producción	Mensual
Nivel de utilización de los camiones	Gerente General	Mensual
Costos logísticos de tratamiento de residuos	Gerente General	Mensual
Márgenes de utilidad	Gerente General	Mensual

Tabla 4.27 Indicadores clave de rendimiento KPI. Fuente: Elaboración propia, 2015.

1. **Indicador:** Costo por kilogramo de almacenamiento de residuos

Forma de cálculo:

(Costo de almacenamiento / Kilogramos de residuos de acero almacenadas)

2. **Indicador:** Entregas exitosas de residuos a centro de acopio

Forma de cálculo:

(Entregas fallidas * 100 / Total de entregas programadas)

3. **Indicador:** Nivel de utilización de los camiones

Forma de cálculo:

(Capacidad real utilizada / Capacidad real del camión (kg, m³))

4. Indicador: Costos logísticos de tratamiento de residuos

Forma de cálculo:

(Costos totales logísticos por tratamiento de residuos / ventas totales de la compañía)

5. Indicador: Márgenes de utilidad

Forma de cálculo:

(Venta real producto / costo real directo producto)

4.3 Plan de capacitación

El desarrollo del plan de capacitación tiene como finalidad instruir a los trabajadores involucrados en el proceso productivo del área de corte para mejorar y aprovechar el conocimiento y habilidades de los recursos humanos, mismas que nos proporcionarán beneficios tanto para el empleado como para la organización. La empresa Tapisa S.A. de C.V. obtendrá un incremento en el costo.-beneficio al optimizar los recursos humanos, el recurso material y los tiempos empleados en el proceso.

Con la finalidad de aprovechar al máximo los recursos físicos, el materia prima actualmente disponible, los recursos humanos con los que cuenta el área y usando como base la propuesta especificada, se muestra el plan de capacitación que aportará el mejoramiento continuo del área de corte. Su contenido abarca desde el conocimiento teórico hasta el técnico del trabajador que consolidará la eficiencia del empleado para la alcanzar los objetivos establecidos por la empresa.

El plan de capacitación deberá basarse en las fases de desarrollo:

Fase uno: Análisis de la situación actual. Se justifica la solicitud de la capacitación a través de la detección de las necesidades. Mediante un análisis se plasmarán las causas por las cuales existe deficiencia en el proceso, pérdida de tiempo y desperdicio del material. En ésta parte del plan, se define a las personas que serán capacitadas, el tipo de capacitación que se requiere, cuándo se requiere, quién capacitará, dónde se capacitará y cómo se capacitará.

Fase dos: Diseño del plan de capacitación. El diseño contendrá los objetivos generales y específicos, implementar técnicas o herramientas que sirvan para despertar el interés de los participantes, los principios pedagógicos que apliquen a los diferentes perfiles que asistirán a la capacitación (repetición, participación, retroalimentación, conocimiento del tema, adaptabilidad, sentido del humor, cátedras claras, asistencia individual, etc.).

Fase tres: Implementación del plan de capacitación. El método a emplear debe acoplarse a las necesidades específicas de la empresa como: el costo, el contenido deseado, la adecuación de las instalaciones, el número de los asistentes, principios de aprendizaje a emplear, el material para la capacitación, participación de los empleados, etc.

Fase cuatro: Evaluación del plan de capacitación y evaluación de los resultados obtenidos. En esta primera, se obtiene la estimación del logro de objetivos y la retroalimentación del proceso de capacitación a través de las reacciones de los asistentes (positivas o negativas), conocimiento adquirido (aplicación de exámenes) y mejora en su desempeño laboral. Para la evaluación de los resultados obtenidos, se debe identificar el comportamiento de los empleados y medir los resultados derivados del aprendizaje adquirido para el cumplimiento de las metas de la empresa.

Fase cinco: Seguimiento del proceso. Este implica conocer los resultados obtenidos y la repercusión en el ambiente de la organización para obtener la información necesaria para la toma de decisiones.

Para el diseño del plan de capacitación se consideran los aspectos que a continuación se describen, son aspectos que se tienen que tener en cuenta para la correcta impartición de la capacitación para que conlleve al buen funcionamiento del plan logístico:

1. Distribución personalizada de los recursos: La capacitación se brindará los dos empleados del área de corte, al jefe de producción y gerente general, en cuyo caso el proveedor de la máquina de corte con chorro de agua incluye la capacitación de uso, así como de mantenimiento de la maquinaria; internamente se manejará el conocimiento del plan logístico de tratamiento de los residuos de acero inoxidable generados durante el proceso de corte para promoverlo a los involucrados.
2. Distribución centrada en la capacitación específica: La capacitación se centra en transferir el conocimiento sobre el funcionamiento, uso y mantenimiento de la máquina de corte, así como mostrar el modelo logístico de tratamiento de residuos de acero inoxidable.
3. Distribución centrada a la capacitación específica según la capacitación general: En cuya planificación se tomarán en cuenta los siguientes elementos derivados de las necesidades que se consideran con la propuesta definida:
 - Detección de necesidades (capacitación externa para el uso, mantenimiento y funcionamiento de la maquinaria, capacitación interna sobre el modelo logístico para el tratamiento de residuos).

- Definición del objetivo de la capacitación.
- Seccionar en módulos el desarrollo de la capacitación.
- Definir horario y periodicidad de la capacitación, así como el lugar en donde será impartida.
- Calcular el costo-beneficio del plan de capacitación.
- Evaluación del resultado obtenido con la capacitación.

El plan de capacitación estará estructurado como se muestra en el siguiente diagrama, consta de seis pasos:

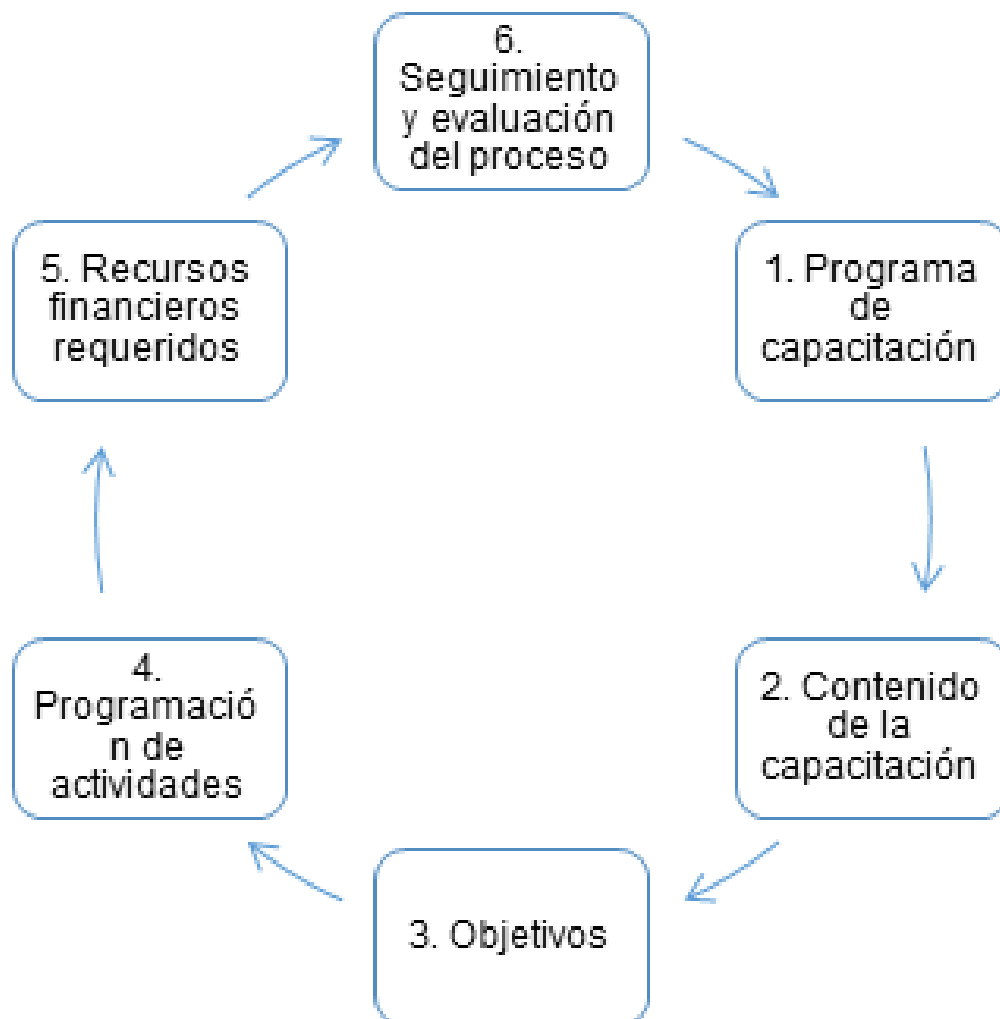


Imagen 4.17 Estructura de la capacitación. Fuente: elaboración propia, 2015.

Se detallan las actividades que conforman el plan de capacitación:

<p>1. Programa de capacitación:</p> <ul style="list-style-type: none">• Proceso de formulación de contenido• Diagnóstico• Programación y desarrollo de la capacitación• Planificación, organización y ejecución de la capacitación• Esquema de conceptualización y diseño• Calidad y preparación de los instructores• Material educativo
<p>2. Contenido de la capacitación:</p> <ul style="list-style-type: none">• Introducción• Antecedentes• Fortalecimiento técnico• Fortalecimiento administrativo <p>3. Objetivos</p> <p>4. Programación de actividades:</p> <ul style="list-style-type: none">• Primera etapa: Funcionamiento, uso y mantenimiento de la maquinaria de corte• Segunda etapa: Plan logístico para el tratamiento de residuos <p>5. Recursos financieros requeridos</p> <p>6. Seguimiento y evaluación del proceso</p>

Tabla 4.28 Plan de capacitación. Fuente: elaboración propia, 2015.

Debido a las mejoras realizadas en el área de corte y en el diseño del plan logístico para el tratamiento de los residuos de acero, es necesario el desarrollo del plan de capacitación para obtener el óptimo aprovechamiento en el uso de la máquina de corte, evitando de ésta manera que se generen mayores desperdicios de los previstos con la propuesta de compra y conocer el diseño logístico que aporta a la reducción de costos y tiempos para el envío de los recortes de las placas a centros de acopio. De esta manera se garantiza contar con el personal debidamente capacitado y comprometido con los objetivos planteados al principio de éste proyecto de investigación.

Conclusiones

Con base en los objetivos inicialmente planteados en la presente investigación, se ha analizado y demostrado que los principales problemas del exceso de desperdicio en la empresa Tapisa S.A. de C.V. se deben a la falta de innovación del proceso, el acoplamiento a las nuevas tecnologías que competen a la industria manufacturera del acero, el análisis detallado de la cadena de suministros y el adecuado tratamiento de los desechos que generan las empresas actualmente.

Se ha realizado un estudio minucioso del proceso de corte en donde los resultados arrojan que con la adquisición de nueva tecnología aplicada a la empresa se permitirá un menor desperdicio de materia prima, en donde por medio del reacomodo de piezas se ha diseñado una disposición más eficiente que permite maximizar la utilización de las placas de acero y con esto se reducen los costos e incluso es optimizado el tiempo durante dicho proceso.

También se ha considerado que el proceso de corte con la nueva disposición de piezas se realice fuera de la empresa, es decir, que se contrate a un proveedor que entregue el producto para que en la empresa solamente se ensamblen las piezas que conforman las licuadoras. Sin embargo, se ha descartado este proceso de tercerización de corte debido a los costos que genera y a las oportunidades que se tendrían al no contar con la materia prima al momento de ser requerida.

De acuerdo a un escenario a largo plazo que se ha planteado, se concluye que la adquisición de la nueva tecnología es la opción que más conviene, con esto se permitirá que la empresa no desperdicie recursos debido al interés de tener la disponibilidad de la materia prima para cuando la demanda lo requiera ni incurrirá en costos de almacenaje en caso de que se busque tener un stock de seguridad que permita la operación eficiente de manufactura de licuadoras.

El desperdicio generado con la propuesta de innovación del proceso de corte, trae consigo una cantidad menor a la que es generada en la actualidad, por lo que se realizó la propuesta de un Diseño logístico de tratamiento de los desperdicios del acero inoxidable, en el cual se busca la ruta óptima y el punto de traslado para ofrecer un tratamiento adecuado a los mismos, reduciendo significativamente la contaminación del medio ambiente. Los residuos serán transportados a un centro de acopio que reciclará el acero para vender el producto procesado.

Finalmente se hace hincapié en que fueron desarrolladas estrategias que cumplen satisfactoriamente con los objetivos fijados, además se comprueba que la hipótesis es verdadera ya que mediante la propuesta planteada se maximiza la utilización de los recursos, la disminución de los costos y un mejor manejo de los residuos para reducir el impacto al medio ambiente.

Bibliografía

- Abeza, D. (2012). Logística inversa en la gestión de la cadena de suministros. Primera edición. Barcelona. Editorial Marge Books.
- Anaya J. (2007). Logística Integral: La gestión operativa de la empresa. Tercera edición. Madrid. ESIC editorial.
- Arias (1979). Administración de recursos humanos. México. Editorial Trillas.
- Ballou, R. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro. Quinta edición. Editorial Pearson.
- Carranza, O. (2005). Logística: Mejores prácticas en Latinoamérica. Primera Edición. México. Editorial Thomson.
- Chiavenato, Idalberto (1998). Introducción a la teoría general de la administración. México. Editorial Mc Graw-Hill.
- Esteve J. & Bolaños S. (2010). Los diferentes tipos de reciclaje (iv): la recuperación de metales. Junio 10, 2010, de Heura.
- Guzmán (1989). Capacitación y desarrollo de personal. México. Editorial Trillas.
- Hernández R., Fernández C. & Baptista P. (2010). Metodología de la investigación. Quinta Edición. México D.F. Editorial Mc Graw Hill
- Leroy J. (1987). Los desechos y su tratamiento. Chile. Fondo Cultural Económico.
- Mauleón, M. (2006). Logística y costos. Primera edición. Buenos Aires. Editorial Díaz de Sanos.
- Martín C. (2012). Logística, aspectos estratégicos. México. Editorial Limusa.
- Martínez L. (2002). Acero. México: ISBN.
- Millán G.(2006). Procedimientos de mecanizado. Madrid. Editorial Paraninfo. ISBN 84-9732-428-5.
- Mitchell (1995). Manual del capacitador. Editorial Ibero América.
- Mora L. & Martín M. (2004). Logística inversa y medio ambiente. España. Editorial Mc Graw Hill.
- Molina B. (1996). Elementos del planeamiento didáctico, Editorial Apuntes.
- Münch L. & Ángeles E. (1998). Métodos y técnicas de investigación para administración e ingeniería. México D.F. Editorial Trillas.
- Ortiz F. & García M. (2008). Metodología de la investigación. México D.F. Editorial Limusa.
- Pardavé W. (2006). Reciclado industrial de metales. Bogota D.C. Editorial Ecoe.
- Pérez, Ana, Rodríguez, M., Sabría, F. (2003). Logística inversa. Primera edición. Editorial Logis Book.
- Rojas R. (1990). El proceso de la investigación científica. México D.F. Editorial Trillas.
- Rosado Castellano, Pedro (1993). Procesos de mecanizado. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia.
- Seóanez, M. (1997). Ingeniería medioambiental aplicada a la Industria. España. Cionas.
- Siliceo (1980). Capacitación y desarrollo del personal. México. Editorial Limusa.

- Werther, William B. & Davis (1995). Administración de personal y recursos humanos. México. Editorial Mc Graw-Hill.

Consultas electrónicas

- Cámara Nacional de la Industrial del Hierro y del Acero. (2014). Cambio climático. Recuperado el 10 de Julio 2015, www.canacero.org.mx/Es/sustentabilidad.html

-Esteve. (2012). Gestión ambiental. Recuperado el 10 de Junio 2015, www.reciclajeverde.wordpress.com/2012/05/03/tipos-reciclaje-metal.

-Hypertherm. (2015). ¿Qué es el plasma? Recuperado el 15 de Julio 2015, www.hypertherm.com/es/Training_and_education/Intro_to_plasma/What_is_plasma/what_is_plasma.jsp

- KMT Waterjet. (2015). Corte de metal con chorro de agua. Recuperado el 2 de Agosto 2015, www.kmt-waterjet.es/cortar-metales-01.aspx

-Martínez. (2015). Empresa socialmente responsable. Recuperado el 12 de Junio 2015, www.empresasocialmenteresponsable.com.

-Procuraduría Federal del Consumidor. (2003). La Calidad. Recuperado el 12 de Junio 2015, www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_03/licuador.pdf

- Redacción red de empresarios VISA. (2015). Restaurantes, una industria que crece en México. Recuperado el 2 de Julio 2015, www.redempresariosvisa.com/IdeasCenter/Article/restaurantes-una-industria-que-crece-en-mexico

- Reuters. (2015). ¿Por qué impuso México cuotas a importación de acero? Recuperado el 10 de Julio 2015, www.altonivel.com.mx/51496-mexico-impone-cuotas-a-importacion-de-acero.html

- Secretaria de Salud. (2015). Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos, 1995. Recuperado el 20 de Junio 2015, www.salud.gob.mx

- Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). Directorio de centros de acopio de materiales provenientes de residuos en México. Recuperado el 20 de Junio 2015, www.semarnat.gob.mx

-Velázquez. (2014). De máquinas y herramientas Norma ISO. Recuperado el 12 de Junio 2015, www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/Materiales

Glosario

Acero ferrítico: También llamados aceros al cromo (11.5% a 23% Cr) con bajo contenido de carbono (0.20% máximo), presentan buena resistencia a la corrosión y resistencia mecánica, se endurecen en frío y son magnéticos.

Aceros austeníticos: También conocidos como aceros gamma, es una forma de ordenamiento de los átomos de carbono y hierro. Es la forma estable del hierro que oscila entre 900° y 1,400° C, por lo que son dúctiles, blandos y tenaces.

Acero inoxidable: Aleación de hierro con pequeñas cantidades de carbono y que con el temple adquiere gran dureza y elasticidad.

Benchmarking: Proceso sistemático para evaluar comparativamente los productos, servicios y procesos de una organización.

Caliza o roca calcárea: Roca sedimentaria compuesta de carbono de calcio (CaCO_3), puede presentar trazas de magnesita (MgCO_3) y otros carbonatos.

Empresa socialmente responsable: es la que cumple con un conjunto de normas y principios referentes a la realidad social, económica y ambiental que se basa en valores, que le ayudan a ser más productiva. Una empresa socialmente responsable establece como principales estándares en su cultura organizacional, la ética, la moral y todo lo que se refiere a valores.

Energía renovable: Es el tipo de energía que utiliza los recursos inagotables de la naturaleza, como la biomasa, las radiaciones solares o el viento.

Fondo Monetario Internacional (FMI): Es la institución central del sistema monetario internacional, es decir, el sistema de pagos internacionales y tipos de cambio de las monedas nacionales que permite la actividad económica entre los países, fue creada en 1945 en Washington, para contribuir al estímulo del buen funcionamiento de la economía mundial.

Impacto ambiental: Es el deterioro, desgaste o daño que sufre la naturaleza como consecuencia de las actividades humanas ligadas a la producción y al consumo de bienes y servicios: extracción, transformación, uso y desecho de productos, generación de energía, transporte, etc.

Industria siderúrgica: Técnica del tratamiento del mineral de hierro para la obtención de diferentes tipos de éste o de sus aleaciones, comenzando desde su extracción en las minas.

Lead times: Se refiere al tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso hasta que este culmina, considerando el tiempo requerido para entregar el producto al cliente.

Metales ferrosos: Son aquellos que tienen como elemento base el fierro: hierro, acero y grafito. Estos materiales se oxidan con facilidad. Para determinar si un metal pertenece a esta clasificación, se puede probar con un imán, si se pega, es un material ferroso.

Metalmecánica: Es el sector que comprende las máquinas industriales y las herramientas proveedoras de partes a las demás industrias metálicas.

Plan de capacitación: Estrategia para alcanzar los objetivos de una organización, ya que habilita a los trabajadores para realizar elecciones acertadas.

Plan logístico: Sistema de administración diseñado para organizaciones que requieren dar seguimiento continuo a sus operaciones relacionadas con la cadena de suministro.

Plasma: Es el cuarto estado de agregación de la materia, es un estado fluido similar al estado gaseoso pero en el que en determinada proporción de sus partículas están cargadas eléctricamente y no poseen equilibrio electromagnético. El plasma no tiene forma definida o volumen definido.

Proceso productivo: Conjunto de operaciones planificadas para la transformación de determinados factores o insumos, en bienes o servicios mediante la aplicación de un proceso tecnológico.

Reingeniería: Diseño radical y la reconstrucción de los procesos de negocio para lograr mejoras en medidas como en costos, calidad, servicio, etc.

Tercerización: Es la subcontratación o externalización del proceso.

Vatio (watt): unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades, equivalente a 1 Joule/segundo.

Viruta: Tira fina y enrollada en espiral que sale de la madera o de un metal al pulirlo o rebajarlo con algún instrumento cortante.