Elaboración de un Plan de Producción más Limpia para los procesos de manufactura en el Taller de Mecánica Industrial JV

Jaime Xavier Vásquez Valencia
Departamento de Postgrados, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador
email: jaimevasquez1980@hotmail.com

Resumen

El presente artículo metodológico muestra el proceso de elaboración de un plan de Producción más Limpia (PmL) para los procesos de manufactura en el Taller de Mecánica Industrial JV, que en lo sucesivo se llamará Taller. Esta empresa construye productos metálicos, también da los servicios de construcción y mantenimiento a varias empresas del sector industrial de la región; es decir no maneja una línea de producción continua, en los procesos de manufactura. En la planta de producción se realizaron visitas para identificar los procesos y precisar las entradas y salidas de cada uno de ellos. Con la información obtenida se elaboró un plan de Producción más Limpia, a través de la identificación, la caracterización y la propuesta de remediación de los aspectos e impactos de interés empresarial y ambiental, generados por la actividad productiva.

Este proyecto describe y estudia la metodología de Producción más Limpia, aplicable a empresas del sector metalmecánico. Para los bienes y servicios que presta el Taller se realizó la identificación, diagnóstico y propuestas de alternativas de PmL, priorizando condiciones, responsabilidades y funciones que tienen tanto operarios, equipos, dentro y fuera del mismo, generando así un portafolio de posibles soluciones para los problemas identificados.

Este estudio está orientado principalmente a industrias que mediante su actividad podrían generar efectos negativos sobre el ambiente, ya que tienen consumos significativos de recursos y energía.

El objetivo general de este estudio es contribuir a la mejora continua de la productividad y la calidad de los servicios que presta el sector metalmecánico en la ciudad de Cuenca, aportando a la vez a mejorar su comportamiento ambiental minimizando la generación impactos ambientales.

Índice de términos: Producción más Limpia, (PmL) productividad, proceso de manufactura, insumo, prevención de la contaminación, residuo, desecho, ahorro, oportunidades, alternativa, ecoeficiencia, eficiencia energética, reciclaje, reutilización, recuperación (3 R's)

J.X.Vásquez, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador, jaimevasquez1980@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

La producción en la industria metalmecánica, en el caso de la manufactura de productos metálicos, se realiza a partir de la transformación de materias primas, está labor es de gran importancia ambiental, puesto que transforma materiales y en el proceso se generan residuos sólidos, emisiones de gases y efluentes contaminantes, pudiendo derivar en impactos negativos sobre la salud humana y el entorno. Bajo estos criterios se denota que la problemática ambiental generada por este sector industrial, en su mayor parte, se ocasiona directamente a partir del desconocimiento de técnicas de PmL, de las regulaciones y normativas legales. Esto último que conduce a que los procesos productivos sean contaminantes y en consecuencia poco rentables.

El Código Orgánico del Ambiente (COA) constituye en la actualidad la norma más importante del país en materia ambiental. En esta se regulan aquellos temas necesarios para una gestión ambiental adecuada. En el capítulo III, artículo 173 de las obligaciones del operador. "El operador de un proyecto, obra y actividad, pública, privada o mixta, tendrá la obligación de prevenir, evitar, reducir y, en los casos que sea posible, eliminar los impactos y riesgos ambientales que pueda generar su actividad. Cuando se produzca algún tipo de afectación al ambiente, el operador establecerá todos los mecanismos necesarios para su restauración. El operador deberá promover en su actividad el uso de tecnologías ambientalmente limpias, energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, prácticas que garanticen la transparencia y el acceso a la información, así como la implementación de mejores prácticas ambientales en la producción y consumo" [1].

El propósito de la aplicación de medidas de PmL tiene dos enfoques: por un lado mejorar la ecoeficiencia de los procesos de la empresa mediante la optimización de los flujos de materiales y de energía; y por otro, conocer mejor los procesos que se realizan, y así asegurar un patrón sostenible de producción eficiente con el ambiente [2].

La falta de planificación estratégica, específicamente en el Taller, hace que no se identifique con claridad cada una de las etapas del proceso de elaboración de productos metálicos, y que se desconozcan las cantidades y sus posibles utilidades o tratamiento que se debe dar a los residuos generados. Este estudio pretende entonces, a partir

de la identificación de los aspectos e impactos ambientales y las condiciones laborales derivados de la manufactura de productos metálicos, proponer un plan de PmL que mejore el desempeño empresarial y ambiental del Taller.

La bibliografía actualmente disponible sobre PmL, los manuales de prácticas industriales, las propuestas en diferentes países del mundo que se hacen sobre este tema, los convenios nacionales e internacionales, tienen en común el lenguaje del desarrollo sostenible y procesos amigables con el ambiente, coincidiendo en los conceptos generales relacionados con la PmL.

Por lo tanto la PmL busca prevenir la contaminación identificando y actuando en los factores de generación de los desechos, convirtiéndose en un modelo exitoso de negocio, si se basa en lo que menciona Coronel (2013) *"el retorno sobre la inversión en instalaciones de control "a fin de tubo" se afecta considerablemente, debido a que las no conformidades se detectan al final del proceso productivo, lo cual incrementa los costos de operación, disminuyendo la agregación de valor"* [3].

En concordancia con Coronel [3], la Producción más Limpia se basa en los siguientes ejes temáticos o Fases:

1. Fase I: Planeación y organización.
2. Fase II: Diagnostico y auditoria Inicial.
3. Fase III: Evaluación de la información levantada.
4. Fase IV: Elaboración de estudios de factibilidad.
5. Fase V: Implementación de la producción más limpia. El plan general de producción más limpia.
6. Fase VI: Seguimiento, retroalimentación y mejoramiento continuo [3].

La Producción más Limpia según el manual de la ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 1999), es *"la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a los procesos, productos y servicios, para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente"* [4].

El Taller de Mecánica Industrial JV, es una pequeña empresa pionera, que brinda también servicios de mantenimiento y soluciones de ingeniería mecánica. La aplicación en el Taller de un plan de PmL, podría convertirse en un ejemplo para empresas grandes de producción en serie que tengan interés en mejorar su productividad, su comportamiento ambiental y unirse al proyecto de cooperación de generar prácticas de PmL en la región y el país.



Figura 1. Trabajo reciente del Taller de Mecánica Industrial JV: Construcción y Montaje de una Cercha Metálica para un Puente en la ciudad de Azogues.

II. PRODUCCIÓN MAS LIMPIAY PROCESOS DE MANUFACTURA

A. Proceso de Manufactura

Hoy en día toda empresa competitiva está obligada a establecer sus objetivos estratégicos y definir de manera sistemática su misión, visión y planes de mejora continua.

El objetivo general de la PmL dentro de las diferentes definiciones que existen es [5]: un enfoque operacional para el desarrollo de sistemas de producción y consumo, los cuales incorporan un enfoque preventivo para protección ambiental. La meta principal es satisfacer las necesidades por medio de productos en el camino sustentable; es decir usando materiales renovables no peligrosos, y energías limpias mientras se mantiene la biodiversidad. Los sistemas de PmL son circulares y usan menos materiales, menos agua y energía [5].

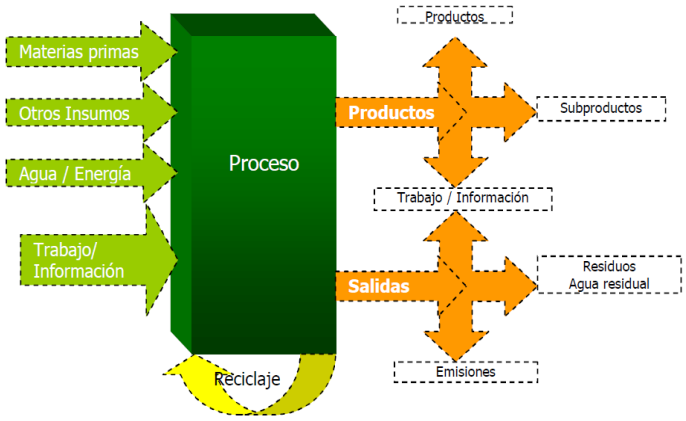


Figura 2. Caracterización general de un proceso industrial [8].

Un proceso es una etapa parcial en la producción de bienes o servicios y puede analizarse también con base en el flujo de valor, es decir teniendo en cuenta el empleo de insumos, energía, agua, trabajo e información. Debe agregar valor al

bien o servicio durante el proceso. Un proceso tiene básicamente 5 componentes [2]:

1. Tecnología
2. Prácticas Operativas
3. Productos
4. Entradas
5. Salidas

La PmL puede ser aplicada a procesos usados en cualquier industria, a los productos y los servicios:

- En los procesos de producción: La PmL incluye la conservación de la materia prima y la energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidad y toxicidad de las emisiones y desperdicios antes de su salida del proceso.

- En los productos: La estrategia se enfoca en la reducción de los impactos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final de los productos.

- En los servicios: La PmL reduce el impacto ambiental del servicio durante todo el ciclo de vida, desde el diseño y uso de sistemas, hasta el consumo total de los recursos requeridos para la prestación del servicio [2].

B. Identificación de los procesos de manufactura del Taller de Mecánica Industrial JV

El Taller es una pequeña empresa que elabora productos metálicos y también brinda servicios de construcción y mantenimiento a varias empresas del sector industrial de Cuenca, aplicando actividades de ingeniería mecánica. El Taller requiere de recursos como materia prima, agua, energía, insumos en general, que son utilizados en el proceso de manufactura. Como consecuencia se producen residuos de índole sólido, líquido y gaseoso. En nuestro medio existe una mínima cultura de PmL, ya que no se toman las estrategias preventivas necesarias en cuanto al empleo óptimo de los residuos. Lamentablemente los responsables de talleres desconocen las pérdidas económicas que conlleva el incorrecto manejo de los desechos.

Dentro del proceso productivo de los diferentes servicios brindados por el Taller, en su mayoría se encuentra gran cantidad de materiales metálicos, desperdicios, desechos o residuos sólidos de diferentes tipos, considerados chatarra tales como retazos de planchas y perfiles ST 37, aceros inoxidables o carbono. Además existen materiales de repuestos usados, metales especiales con aleaciones varias, vidrios, cauchos, grasas y pinturas, que son partes de recambio para el Taller.

Las etapas generales en el proceso de manufactura en el Taller son las siguientes: compra, transporte, almacenaje, diseño, análisis, corte, pulido, desbastado, soldadura, taladrado, rolado, doblado, torneado, fresado, forjado, prensado y otras operaciones propias de metalmecánica; que transforman elementos fundamentales y elaboran un producto tangible o prestan un servicio de mantenimiento o una solución a otro sistema industrial.



Figura 3. Trabajo del Taller de Mecánica Industrial JV: Construcción y Montaje del proyecto en la empresa Guapán, Cañar.

Antes de implementar un proyecto de PmL, se puede utilizar una metodología denominada las cinco “S”, esta es una práctica de calidad ideada en Japón referida al “*Mantenimiento Integral”* de la empresa, no sólo de maquinaria, equipo e infraestructura, también de la armonía y buen ambiente de trabajo, por parte de todo el personal del Taller. Las iniciales de las cinco “S” significan: (Seiri) Clasificación; (Seiton) Organización; (Seiso) Limpieza; (Seiketsu) Estandarización; (Shitsuke) Seguir mejorando. Su misión es optimizar el estado del entorno de trabajo, facilitar la labor de los empleados y potenciar su capacidad para la detección de problemas. Con su implementación conseguimos mejorar la productividad del proceso y aumentar la calidad [6].

Las cinco “S” sirven de base para la implantación del resto de herramientas de mejora continua en empresas e industrias y comienza por una sólida organización y limpieza en los puestos de trabajo, tanto a nivel de fábrica como a nivel de oficinas. A partir de las cinco “S” se debe continuar con la cultura de cero defectos, reducción de costos y demás actividades de mejora. A partir de esta aplicación de mejora se pueden fijar otros objetivos de mejora tales como lay-out en sistema pull, o disminución de defectos en máquinas u otros utensilios de trabajo. A través de los indicadores y marcadores establecidos para cada “S”, cualquier operario podrá identificar rápidamente un desperfecto en el puesto de trabajo, mejorando de ese modo el orden y limpieza del espacio. De tal forma mantiene un puesto de trabajo seguro y debidamente acondicionado [7].

De ese modo la metodología de PmL saldrá gratamente beneficiada, disminuyendo los posibles accidentes en el

espacio de trabajo, aumentando la vida de sus equipos y ahorrando en costos innecesarios [7].

C. Descripción de un proyecto de Producción más Limpia.

Un proyecto de PmL puede resumirse en etapas desde que se toma la decisión de implementación hasta que se llega al punto de monitorear y evaluar las alternativas de mejora. Las etapas típicas se citan a continuación [2]:

- Etapa I: Fase Inicial:

En esta primera etapa se dan los primeros acercamientos a la PmL, es muy importante asegurar el compromiso de la gerencia de tal forma que el programa tenga un soporte a todo nivel, al interior de la organización.

- Etapa II: Estudio de Metodologías y Análisis de Pre factibilidad:

Es importante crear un equipo para el desarrollo de proyectos de este tipo. El equipo tendrá el conocimiento suficiente sobre la metodología de PmL, para de esta forma, realizar una revisión rápida de estimación del potencial de PmL de la Empresa (análisis cualitativo).

- Etapa III: Evaluación:

Elaboración de un análisis detallado (cuantitativo) del proceso de producción. En base al resultado obtenido, se identifican las opciones de optimización y se evalúan de acuerdo a factores económicos, ecológicos, técnicos y organizacionales.

- Etapa IV: Implementación:

Implementación de las opciones seleccionadas y se calculan los ahorros resultantes (comparación actual vs. estado objetivo).

Una vez que se han llevado a cabo las etapas de establecimiento de PmL y se han monitoreado y evaluado los resultados, debe mantenerse una retroalimentación para mejorar las innovaciones introducidas y sugerir nuevas áreas para aplicación de los conceptos de PmL. Los detalles deben adaptarse siempre a la situación actual y tamaño de la empresa [2].

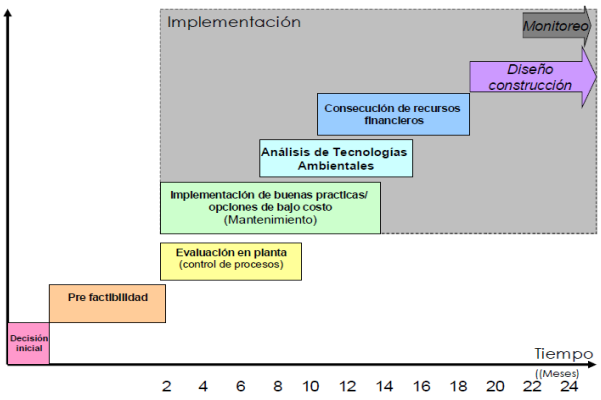


Figura 4. Secuencia Temporal de establecimiento de Proyectos de PmL [2].

Bajo estas directrices se propuso las estrategias de PmL para el Taller, cumpliendo las ordenanzas municipales y priorizando las posibles áreas de interés.

En la figura 5 se indica otra forma más profunda y detallada de la implementación de un plan de PmL que recomienda un documento desarrollado por CEGESTI en el marco del proyecto "Fomentar las oportunidades de negocios sociales y ambientales en América Central y República Dominicana (disponible en: http://www.cegesti.org/manuales/[8]).

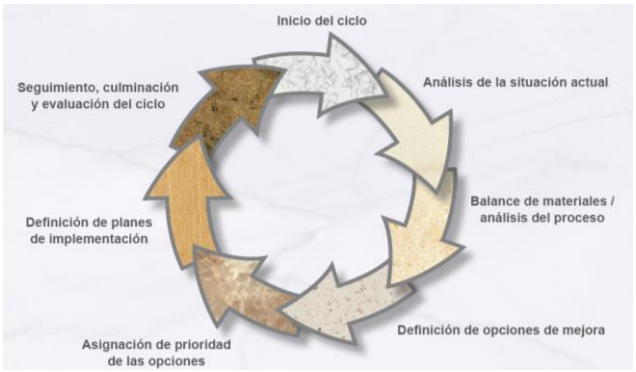


Figura 5. Ciclo de implementación según CEGESTI [8].

III. MÉTODO APLICADO

La metodología seleccionada para el diseño del plan de PmL para el Taller se basa en cuatro fases. Realizar una identificación o descripción de los procesos de manufactura; generar un diagnóstico de la situación actual del Taller; proponer alternativas viables de PmL y; elaborar un plan de PmL para los procesos de manufactura en el Taller; que puede ser modelo de aplicación al sector industrial, en concreto a empresas de metalmecánica.

A. Descripción del proceso productivo (bienes y/o servicios)

En el proceso productivo del Taller inicia con la entrega de la orden de trabajo por parte del gerente, quien le indica al supervisor de producción los detalles, requerimientos y especificaciones técnicas que requiere el producto a ejecutar. Luego se procede a la planificación y optimización del proceso de manufactura que va hacer ejecutado por los operarios. Dicha ejecución debe considerar todas las entradas y salidas de cada una de las etapas generales. Terminado el proceso se hace un minucioso control de calidad del producto por parte del gerente, se hace la factura y se despacha el producto metálico, sistema estructural o servicio de mantenimiento al cliente.

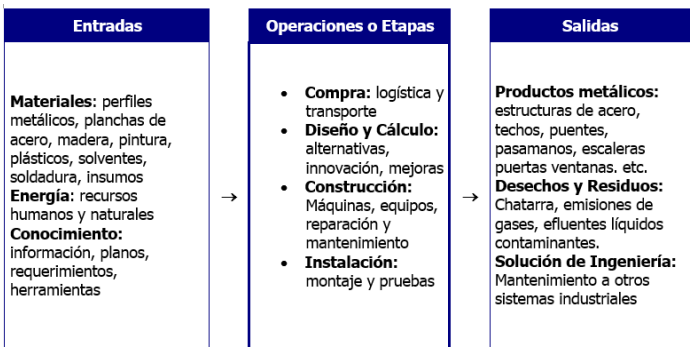


Figura 6. Diagrama de proceso global de las entradas y salidas del Taller. Fuente: Autor.

B. Identificación de los procesos de manufactura:

El Taller dentro del proceso en general construye productos metálicos para los cuales se detallará las entradas, salidas y sus flujos de materiales.

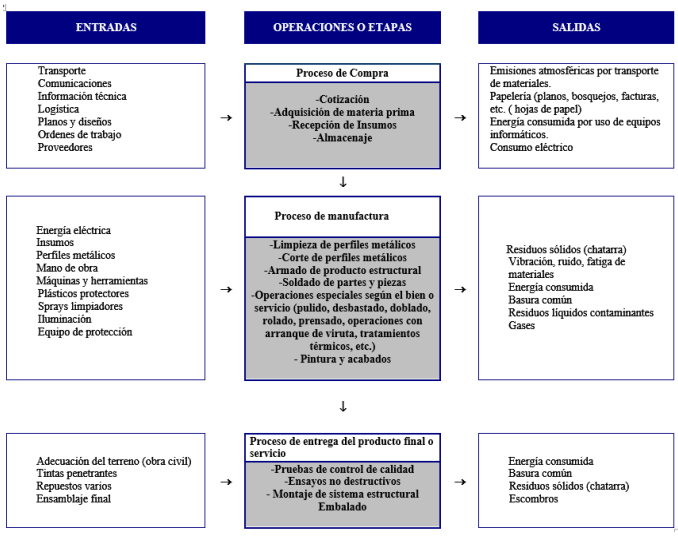


Figura 7. Proceso de manufactura de un producto metálico. Fuente: Autor.

En la Tabla 1 es posible distinguir los consumos de materia prima e insumos que más utiliza el Taller, dando como resultado la cantidad más alta a los perfiles metálicos y el consumo de energía.

MATERIA PRIMA Y MATERIALES	TABLA DE CONSUMOS DE MATERIA PRIMA E INSUMOS DEL TALLER			
	UNIDAD	CANTIDAD CONSUMIDA POR MES	USO PREVISTO O LUGAR DE USO	DISPOSICIÓN FINALRESIDUOS
PÉRFILES METÁLICOS	Kilogramos	3000	TALLER, PROCESOS Y SERVICIOS	RECICLAJE
DISCOS DE CORTE Y DESVASTE	Unidad	40	TALLER, PROCESOS Y SERVICIOS	CONTENEDORES
ELECTRODOS	Kilogramos	200	TALLER, PROCESOS Y SERVICIOS	CONTENEDORES
GASES DE SOLDADURA	m3	12	TALLER, PROCESOS Y SERVICIOS	AMBIENTE
DISOLVENTE	Litros	50	TALLER, PROCESOS Y SERVICIOS	BASURA COMÚN
PINTURAS	Galón	10	TALLER, PROCESOS Y SERVICIOS	BASURA COMÚN
WAIPE	Libras	5	TALLER, PROCESOS Y SERVICIOS	BASURA COMÚN
AGUA	m3	40	TALLER, PROCESOS Y SERVICIOS	ALCANTARILLA
ENERGÍA	kW	380	TALLER, PROCESOS Y SERVICIOS	CONSUMO
GASOLINA	Galón	20	TALLER, PROCESOS Y SERVICIOS	BASURA COMÚN

Tabla 1. Consumos de materia prima e insumos del Taller. Fuente: Autor.

En el diagnóstico de los procesos de manufactura, (situación actual y realidad del Taller) se definió las posibles áreas de interés:

1. Minimización de residuos sólidos en el proceso de manufactura (etapa de corte de perfiles).
2. Manejo de residuos sólidos en el interior del Taller.
3. Reducción del consumo energético (eléctrico).

En el Taller se generan varios tipos de residuos sólidos (perfiles metálicos o insumos de acero en su mayoría) principalmente en la etapa de corte (Tabla 2).

RESIDUOS SÓLIDOS			
Residuo	Origen	Cantidad	Disposición
Perfiles metálicos	Etapa de Corte	140 kg/mes	venta (chatarra)
Planchas o láminas	Etapa de Corte	10 kg/mes	venta (chatarra)
Consumibles (electródos, pernos, remaches, etc)	Etapa Armado e instalación	1 kg/mes	Basura (botadero municipal y reciclaje)
Cartón, plásticos, cauchos	Etapa de Compra	no se cuantifica	Basura (botadero municipal y reciclaje)
partes y piezas usadas (obsoleto)	Mantenimiento	15 kg/mes	venta (chatarra)

Tabla 2. Residuos sólidos generados del Taller. Fuente: Autor.

El Taller tiene un medidor que se aplica tarifa industrial, por uso de iluminación de planta, oficinas y maquinaria (Tabla 3).

Consumo Eléctrico		
Tarifa Industrial		
mes	cantidad (kw/mes)	costo ($/mes)
ago-19	250	70,68
sep-19	287	85,15
oct-19	300	93,89

Tabla 3. Consumo de energía eléctrica. Fuente: Autor.

Un método adicional de búsqueda de información para conocer los principales problemas, es un diagrama de espina de pescado que analiza las causas – efectos, de un determinado problema de las áreas de interés. Por ejemplo el exceso de desperdicio de consumibles (residuos sólidos, perfiles, planchas, aceros) hasta llegar al punto o raíz de origen de la problemática. (para detalles ver en anexo C). En donde se obtiene un levantamiento de no conformidades detectadas que determinan un desempeño deficiente y a la vez resulta útil para la toma de acciones correctivas inmediatas basadas en buscar alternativas de optimización del proceso productivo a partir de la filosofía de PmL.

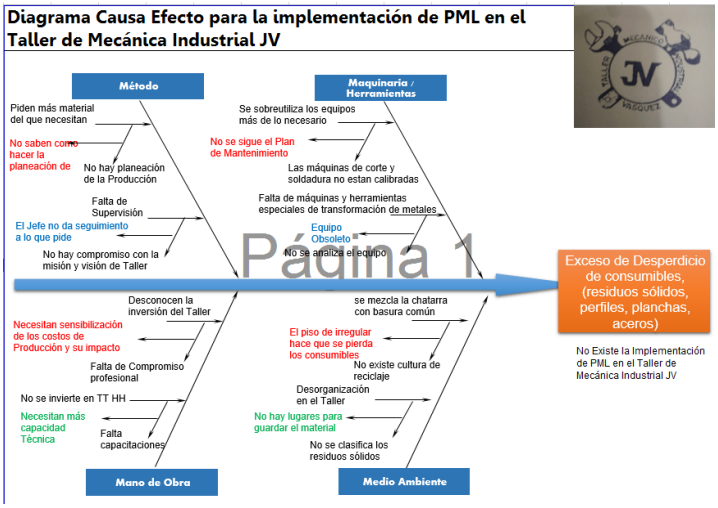


Figura 8. Diagrama de Ishikawa, basado en la técnica de los 5 por qué. Fuente: Autor.

C. Análisis de alternativas viables de PmL:

En la tercera parte se propuso las más viables alternativas de mejora. Estas fueron consideradas como las de mayor puntuación en la matriz de ponderación que se muestra en la Tabla 5 y están priorizadas en el plan de PmL. Fue realizada una categorización inicial de las alternativas que pueden llevarse a cabo inmediatamente (por lo general relacionadas con buenas prácticas y formas diferentes de realizar labores de producción).

En base a la recopilación de información sobre los procesos, identificación y diagnóstico de las operaciones, se elaboró un plan de PmL para los procesos de manufactura en el Taller, en donde se especifican los objetivos, planificaciones, cronogramas, recursos necesarios, responsables y medios de verificación a ser empleados en la consecución de dichos objetivos.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos al aplicar la metodología seleccionada en este estudio, confirma un listado de alternativas de mejora o estrategias de PmL, observando que existen varias falencias dentro del Taller. El manejo de los residuos no es el adecuado, el nivel de contaminación al que están expuestos los operarios es alto, la desorganización de ciertas áreas resta eficiencia en el proceso de manufactura; y estas fallas representan oportunidades donde se debe trabajar, las cuales se detallan a continuación por ser las más relevantes en las posibles áreas de interés:

- Exceso de desperdicio de materiales y consumibles
- Desorganización en el interior del Taller
- Alto consumo de energía eléctrica.

Como resultado de este análisis se propuso la disminución de residuos sólidos en su fuente de origen, evitando el tratamiento de desechos sólidos al final del proceso, mediante la aplicación de planillas de corte y planillas de forma según marcas, optimizando de esta manera al máximo el material útil y obtener el mínimo desperdicio. Este método de optimización en el proceso de manufactura (etapa de corte) redujo la generación de residuos y minimizó un 93% los desechos a final de proceso. (Ver en anexo D)

En adición se reemplazaron los focos incandescentes (FI) de la planta y oficinas del Taller, por focos fluorescentes compactos (FFC), de menor potencia e igual intensidad lumínica. Esta medida disminuyó notablemente la demanda de potencia y el consumo de energía eléctrica obteniendo un ahorro económico del 30%. (Ver en anexo E)

Otra propuesta fue, gestionar el manejo de residuos y desechos sólidos al interior del Taller mediante la clasificación de residuos que pueden ser recuperados para otros proyectos en un 90%. Los desechos sólidos fueron clasificados en: Chatarra, repuestos e insumos dañados, partes y piezas obsoletas (plásticos, cartón, cauchos, vidrios, madera) que son comercializados como se aprecia en la Tabla 4.

Venta Chatarra	*Resultados obtenidos del último semestre en la comercialización de los residuos y desechos sólidos producidos*		Año 2019
Mes	residuos sólidos generados (kg)	desechos sólidos comercializados (kg)	Porcentaje (%)
Mayo	170	170	100
Junio	150	75	50
Julio	203	203	100
Agosto	140	12	9
Septiembre	120	60	50
Octubre	45	45	100
Totales	**843**	**565**	**67**

Tabla 4. Resultados residuos sólidos Generados / desechos sólidos Comercializados. Fuente. Autor

En el semestre se logró recaudar en dinero $254,25 de todos los desechos sólidos (chatarra) comercializados. Esto equivale al 67% de los residuos generados.

Otro beneficio de esta propuesta desarrollada fue, que se recupera un equivalente a un 7% del monto inicial de dinero de la inversión.

En la categorización de prioridad de las alternativas se tomaron medidas sencillas de buenas prácticas, en beneficio del Taller que convalida la aplicación de las estrategias de PmL. Estas propuestas se verificarán cualitativa y técnicamente en los anexos de este estudio.

A. Alternativas viables de PmL

Después de conocer la situación actual del Taller se analizó las siguientes alternativas de PmL. Estas resultaron de una lista de oportunidades en la fase de diagnóstico, pero, hay no sólo se han considerado los factores relevantes desde el punto de vista empresarial de las industrias manufactureras, se basa en tres conceptos: reciclar o reutilizar, reducir y mitigar o racionalizar los consumos e insumos, sobre todo en la realidad del Taller.

El análisis cuantitativo de las alternativas definió una matriz de criterios de ponderación, analizando los siguientes aspectos: beneficio económico, beneficio ambiental, beneficio técnico, factibilidad de inversión, accesibilidad tecnológica, viabilidad de implantación y facilidad de empleo. A continuación, se presenta una lista de las alternativas aplicables al Taller.

1. Aplicación de un cronograma semanal de reciclaje de los desechos y residuos, dando responsabilidad a todos los operarios del Taller.

2. Clasificación interna de los residuos sólidos sobrantes, para lograr organización en el interior del Taller (chatarra) y luego sea comercializado externamente.

3. Reutilizaciones materiales (perfiles y metales utilizables) en otros procesos y proyectos del Taller de índole artística (esculturas u obras de arte)
4. Identificación de los impactos ambientales significativos de un Taller metalmecánico, verificando el cumplimiento de la normativa ambiental vigente para alinearse a las políticas ambientales del país.
5. Alianzas estratégicas con diferentes empresas de reciclaje; buscando convenios con la empresa municipal, para que provea de contenedores especiales que clasifique los residuos líquidos y sólidos.
6. Implantación la filosofía de la cinco “S”, que ayuda a la mejora continua del Taller, convirtiendo un lugar eficiente y seguro para laborar.

7. Ubicación de un espacio físico para los tanques de gas e insumos inflamables en donde exista una zona de precaución y protección para el personal del Taller (proceso de soldadura)
8. Implementación de buenas prácticas de manufactura en los procesos de producción en el Taller (Know How) a través de la capacitación profesional, priorizando el ahorro de energía.
9. Sustitución de líquidos contaminantes, solventes, pinturas, ácidos, materias primas, insumos en general por opciones de productos más ecológicos y biodegradables.
10. Elaboración de un plan de seguridad industrial y salud ocupacional dirigido al Taller.
11. Innovación tecnológica en la dotación de herramientas y equipos más eficientes (modernos) que mejoren la calidad y tiempos en los procesos.
12. Mantenimiento y cuidado de materiales y herramientas, designando responsables en cada etapa del proceso.
13. Minimización de los residuos sólidos optimizando la utilización de material a través de estrategias y fórmulas de producción y logística que calcule la disposición de los perfiles metálicos (proceso de corte)

B. Plan de Producción más Limpia.

Obtenidos los resultados definitivos de las alternativas planteadas, se organizó de acuerdo a su mayor puntuación reflejándose en la matriz de criterios de ponderación de la Tabla 5. A continuación se encuentra elaborado el plan de PmL en el cual se especifican las alternativas con sus respectivos objetivos, cronogramas, recursos necesarios, responsables y medios de verificación. En cuanto al cronograma se ha considerado un tiempo de 4 semanas para implementar las alternativas, aunque esto puede ajustarse según los recursos disponibles del Taller.

Tabla 5. **MATRIZ DE PONDERACIÓN**

ALTERNATIVAS	ASPECTOS O CRITERIOS DE PONDERACIÓN							total	prioridad
	beneficio económico	beneficio ambiental	beneficio técnico	factibilidad de inversión	accesibilidad tecnológica	viabilidad de implantación	facilidad de empleo		
Aplicación de un cronograma semanal de Reciclaje de los desechos y residuos, dando responsabilidad a todos los operarios del Taller.	2	4	4	2	1	2	2	17	12
Clasificación interna de los residuos y desechos sólidos sobrantes, para lograr organización en el interior del Taller (chatarra), y luego sea comercializado externamente.	4	4	5	3	4	4	4	28	2
Reducción del consumo energético, bajando la demanda de potencia y consumo eléctrico por iluminación del área de planta y oficinas del Taller.	4	4	5	3	4	3	3	26	3
Identificación los impactos ambientales significativos de un Taller Metalmecánico, verificando el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.	3	4	4	3	2	2	2	20	9
Alianzas estratégicas con diferentes empresas de reciclaje, buscando convenios con la empresa Municipal, para que provea de contenedores especiales que clasifique los residuos líquidos, sólidos.	3	5	4	3	2	2	3	22	7
Implantación la filosofía de la 5 "S" que ayuda a la mejora continua del Taller, convirtiendo un lugar eficiente y seguro para laborar.	4	4	4	3	3	3	3	24	5
Ubicación de un espacio físico para los tanques de Gas, Insumos Inflamables en donde exista una zona de precaución y protección para el personal del Taller (proceso de Soldadura)	3	5	4	3	3	3	4	25	4
Implementación de buenas prácticas de manufactura en los procesos de producción en el Taller (Know How) a través de la capacitación profesional, priorizando el ahorro de energía.	3	4	1	2	2	4	3	19	10
Sustitución de líquidos contaminantes, solventes, pinturas, ácidos, materias primas, insumos en general, por opciones de productos más ecológicos y biodegradables.	2	4	3	2	2	1	2	16	13
Elaboración un Plan de Seguridad Industrial y salud ocupacional dirigido al Taller de Mecánica Industrial	2	4	4	2	3	4	4	23	6
Innovación tecnológica en la dotación de herramientas y equipos más eficientes (modernos) que mejoren la calidad y tiempos en los procesos.	3	4	4	1	2	2	2	18	11
Mantenimiento y Cuidado de materiales y herramientas, designando responsables en cada etapa del proceso.	3	4	3	3	4	2	2	21	8
Minimización de los residuos sólidos optimizando la utilización de material a través de estrategias, fórmulas de producción y logística que calcule la disposición de los perfiles metálicos (proceso de Corte)	5	4	5	4	4	3	4	29	1
escala: 1 a 5 Siendo 1 de menor consideración o menos relevante y 5 el de mayor importancia o consideración									

Tabla 6. **PLAN DE PmL**

PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL TALLER DE MECÁNICA INDUSTRIAL JV

Alternativas	Objetivo	Cronograma	S1	S2	S3	S4	Recursos necesarios	Responsable	Medio de verificación
1.- Minimización de los residuos sólidos optimizando la utilización de material a través de estrategias y fórmulas de producción y logística que calcule la disposición de los perfiles metálicos (proceso de Corte)	Optimizar al máximo los materiales sobre todo en la etapa de corte consiguiendo un desperdicio del 2-5%	Planificar	■				Personal Técnico capacitado, Máquinas e insumos confiables, Conocimiento	Gerente Jefe de Producción [R] Personal Técnico	Planillas de Corte de los Perfiles de acero 6m. de Longitud
		Calcular	■	■					
		Ejecutar		■	■	■			
2.-Clasificación interna de los residuos sólidos sobrantes, para lograr organización en el interior del Taller (chatarra), y luego sea comercializado externamente.	Lograr reciclar y organizar (Punto PML) los deschos sólidos sobrantes o chatarra para que se recupere el el 5% a 7% del costo de la materia prima	Investigar	■				Tiempo, Lugar apropiado, Transporte, Depósitos, Equipo de Protección, Personal	Gerente Jefe de Administrativo [R] Operarios de Taller Empresa Recolectora Comunidad	Informe Económico de Cantidad de residuos sólidos o chatarra vendida por mes
		Identificar	■						
		Compromiso	■	■					
		Implementar		■	■	■			
3.-Reducción del consumo energético, bajando la demanda de potencia y consumo eléctrico por iluminación del área de planta y oficinas del Taller.	Reducir el consumo de energía eléctrica en 30% a 40% reduciendo los valores en la facturación del Taller.	Cotizar	■				Tiempo, Espacio adecuado, Económicos, Insumos y cálculo de retorno de la inversión	Gerente [R] Jefe de Producción Operarios de Taller	Facturas de la Empresa Eléctrica, informes de consumo energético por iluminación
		Ejecutar	■						
		Controlar	■	■	■	■			
4.- Ubicación de un espacio físico para los Tanques de gas, Insumos Inflamables en donde exista una zona de precaución y protección para el personal del Taller (proceso de Soldadura)	Evitar contaminación al ambiente y sobre todo prevenir explosiones o fugas que afecten a personas que laboran en el Taller consiguiendo cero accidentes	Planificar	■				Económicos, Construcción de la Habitación, Señalética, Pintura, Sistema de Ventilación y Control de Temperatura	Gerente [R] Jefe de Producción Operarios de Taller Jefe de Mantenimiento Proveedores	Letreros de Señalización Taller visiblemente organizado, evita contaminación visual, Control de accidentes
		Implementar		■					
		Señalizar			■				
		Controlar				■			
5.- Implantación la filosofía de la 5 "S" que ayuda a la mejora continua del Taller, convirtiendo un lugar eficiente y seguro para laborar.	Aplicar la metodología 5"S" de cajón e introducir la Producción más Limpia en sus procesos de manufactura, para aumentar en un 30% la eficiencia.	Investigar	■				Económicos, Tiempo, Capacitadores, Literatura, Normativa, Auditoría.	Gerente [R] Jefe de Producción Operarios de Taller Jefe de Mantenimiento Clientes	Certificaciones, Incentivos económicos. Control y evaluación de la acción implementada.
		Capacitarse		■					
		Implementarse		■	■				
		Controlar			■	■			
6.- Elaboración un Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional dirigido al Taller	Prevenir accidentes en el Trabajo y saber como actuar ante los riesgos ocupacionales obteniendo resultados de bienestar a los operarios del Taller	Investigar	■				Económicos, Convenios con Seguros de Salud, Recurso Humano, Reglamentos	Organismos de Auxilio Gerente [R] Jefe de Producción Operarios de Taller Aseguradoras	Formatos de Control con firmas de Responsabilidad
		Cotizar	■						
		Implantar		■					
		Capacitar			■	■			
7.- Alianzas estratégicas con diferentes empresas de reciclaje, buscando convenios con la empresa Municipal, para que provea de contenedores especiales que clasifique los residuos líquidos, sólidos.	Reducir el impacto ambiental reciclando de forma adecuada y traslado de los desechos peligrosos, con su respectiva etiqueta de severidad.	Cotizar	■				Económicos, Equipos de Protección, Tiempo, Recurso Humano	Organismos de Auxilio Gerente Jefe de Producción [R] Operarios de Taller Aseguradoras	Informe de Traslado de desechos peligrosos Posicionamiento en el Sector Industrial como Taller verde
		Capacitar		■					
		Ejecutar			■				
		Controlar				■			
8.- Mantenimiento y Cuidado de materiales y herramientas, designando responsables en cada etapa del proceso.	Implementar plan de mantenimiento interno en máquinas, equipos, y herramientas,obteniendo una disponibilidad del 90 - 100%	Organizar	■				Concientización del personal del Taller, Tiempo	Jefe de Producción [R] Operarios de Taller Jefe de Mantenimiento Proveedores	Fichas y formatos de órdenes de Mantenimiento; Formatos Entrega/recepción con firmas de responsabilidad
		Planificar	■	■	■				
		Controlar			■	■			
9.- Identificación los impactos ambientales significativos de un Taller , verificando el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.	Implementar medidas ambientales preventivas disminuyendo la contaminación y afectación a los vecinos y comunidad	Investigar	■				Contratación de especialistas que midan niveles de ruido, emisiones gaseosas y descargas líquidas; Concientización del personal del Taller	Jefe de Producción [R] Operarios de Taller Jefe de Mantenimiento Entes Municipales	Informes de resultados de Ruido, descargas tóxicas Valoraciones semestrales que esten dentro de la normativa
		Propuesta		■					
		Respetar Ordenanza		■	■	■			
10.- Implementación de buenas prácticas de manufactura en los procesos de producción en el Taller (Know How) a través de la capacitación profesional, priorizando el ahorro de energía.	Lograr un manejo adecuado de las máquinas y herramientas por parte de los operarios del Taller, energizando los equipos sólo cuando sea necesario	Capacitar	■				Tiempo, Máquinas y Equipos, Económicos, Conocimiento, Personal	Gerente Jefe de Producción [R] Operarios de Taller Capacitadores Externos	Verificar planillas de consumo de energía eléctrica Certificaciones y Reconocimientos Públicos a los Empleados
		Implementar	■	■					
		Ahorrar		■	■	■			
12.- Aplicación de un cronograma semanal de Reciclaje de los desechos y residuos, dando responsabilidad a todos los operarios del Taller.	Controlar las salidas y entradas del proceso de manufactura de productos metálicos en el Taller, llegando al 100% de ejecución.	Motivar	■				Reuniones periódicas, Concientización del personal del Taller	Gerente Jefe de Producción [R] Operarios de Taller Equipo PML	Porcentajes de Ahorro, Control en las salidas de residuos, cuantificación de los insumos y desperdicios.
		Ejecutar		■					
		Controlar		■	■	■			
13.- Sustitución de líquidos contaminantes, solventes, pinturas, ácidos, materias primas, insumos en general, por opciones de productos más ecológicos y biodegradables.	Disminuir la contaminación del agua en un 90% y el aire 95%, suelo 85%	Cotizar	■				Contratar una Cosultoría Ambiental, Económicos, Financieros, Almacenaje, Capacidad Operativa de Manejo	Gerente [R] Jefe de Producción Operarios de Taller Equipo PML	Informe de Impacto del Taller al Entorno, Porcentajes de inversión y mejora. cuantificación de los insumos y desperdicios.
		Contratar		■					
		Controlar		■	■	■			

V. CONCLUSIONES

Con la definición de los objetivos específicos de identificar, diagnosticar y proponer alternativas viables de PmL, originó como resultado un modelo de plan de PmL, para el mejoramiento productivo y ambiental del Taller de mecánica industrial JV. Además el disponer de un plan de PmL no requiere de grandes inversiones, simplemente introducir buenas prácticas de manufactura para mejorar su eficiencia productiva y desempeño ambiental mediante procedimientos controlados y ordenados.

Cada alternativa planteada cumple con un objetivo diferente, asociada a una estrategia para mejorar la ecoeficiencia de los procesos del Taller. Las tres primeras alternativas del plan de PmL del Taller fueron las más importantes en función de las prioridades de las áreas de interés.

Además, muchas de las alternativas tendrán que ser trabajadas en conjunto para su futura implementación. Gracias a este estudio se introdujo la filosofía de PmL provocando un efecto sinérgico de mejoramiento productivo y ambiental en la conciencia de los operarios y colaboradores del Taller.

Con la información contenida en la matriz de criterios de ponderación de las alternativas de PmL se procedió a elaborar el plan de PmL aplicado al Taller, que contiene los aspectos principales o elementos constitutivos, se fundamenta las alternativas propuestas, objetivos o alcance, cronograma o descripción de cada fase, recursos necesarios, personas responsables y medio de verificación y se convierte en una herramienta que integra las estrategias de mejoramiento de la productividad y comportamiento ambiental , posibilitando la planificación, el seguimiento de la implementación, el control y realimentación de los resultados que se obtengan para la toma de decisiones correspondientes.

El plan de PmL del Taller, es un instrumento de gestión de mejoramiento de la calidad en sus procesos, productos y servicios; es amplio, completo e integral y capaz de ser desagregado en alternativas viables de implementación que contengan las acciones correctas y concretas.

Finalmente, este estudio contribuye a la mejora continua de la productividad, la calidad de productos como así también de los servicios que presta el Taller en el sector metalmecánico de la ciudad de Cuenca y la región. Es posible demostrar que siempre ha sido más económico *"prevenir"* que "mitigar" y que si se puede minimizar su uso y aprovechar los residuos como insumos.

VI. RECOMENDACIONES

Por lo demostrado, se recomienda la aplicación a otros talleres de metalmecánica de la localidad, metalurgias e industrias de manufactura la implementación del plan de PmL. La implementación está sujeta a gerentes, empresarios e industriales que estén interesados en mejorar sus procesos de manufactura. Más importante, el plan de PmL constituye una base sólida para mantener un sistema de gestión ambiental, si es que no lo han implementado aún; consiguiendo mejorar la imagen pública de la empresa respetando las políticas ambientales vigentes. Una recomendación efectiva que se sugirió al gerente del Taller fue la aplicación de las cinco "S" antes de comenzar un programa de PmL. Y que ejecute medidas sencillas de mantenimiento en la infraestructura, iluminación, ventilación mecánica, clasificación de herramientas, señalización y limpieza del Taller.

El plan de PmL es resultado de la gestión global del Taller, dado que existe una cierta relación entre el consumo de energía y la cantidad de residuos generados. Es recomendable combinar los objetivos de la prevención de la contaminación y los de la eficiencia energética en el plan de PmL, enfocado a incrementar la eficiencia en los procesos de manufactura de las operaciones unitarias y auxiliares del Taller.

Las estrategias de PmL llevan al ahorro de costos de producción, mejora la eficiencia de las operaciones del Taller, mientras que simultáneamente reduce el impacto ambiental, Es recomendable la implementación del programa de PmL a industrias que mediante su actividad causan efectos sobre el ambiente, y tienen consumos significativos de recursos y energía.

Dentro de este marco, el compromiso de crear una cultura limpia en el Taller y alcanzar las metas asociadas a la PmL, se recomienda que otras empresas de producción del sector industrial que los recursos económicos derivados de esta futura implementación de estrategias de PmL, se destinen al desarrollo de actividades para el bienestar personal, profesional de los colaboradores del Taller y sus familias alcanzando con el compromiso de la gerencia y el personal del mismo, para que se convierta en un modelo de PmL sostenible.

El Plan de Producción más Limpia y los beneficios planteados en estas recomendaciones dan lugar a considerar la aplicación de la PmL a todo el sector empresarial e industrial mundial. Las estrategias de PmL aportan significativamente a detener la destrucción de nuestro planeta sin dejar de generar productos, procesos y servicios a la humanidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Taller de Mecánica Industrial JV por facilitar el desarrollo de este trabajo y de manera especial al PhD Iván Rodrigo Coronel por su aporte y colaboración como director de este estudio.

IV. REFERENCIAS

[1] Código Orgánico del Ambiente. Ley 0 Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017 Estado: Vigente
[2] Centro Nacional de Producción más Limpia, Manual de Introducción a la Producción más Limpia.
[3] I.R. Coronel, Sistema de gestión empresarial ambiental (2010).
[4] CEGESTI. (2010). Manual de Producción más Limpia. San José, Costa Rica: CEGESTI.
[5] Integrantes: F. Reap López, A. Payajo Saldaña, R. Egocheaga Chocare, G. Minaya Eufracio, S. Contreras Donoso, PRODUCCIÓN MAS LIMPIA: Paradigma de Gestión Ambiental. (2015)
[6] Justo Berganzo. Lean Manufacturing. (2016)
[7] Manzano Ramírez María, Gisbert Soler Víctor. Lean Manufacturing. Implantación 5 "S" (2016)
[8] José Pablo Rojas Consultor CEGESTI. (2011). Siete pasos para implementar la Producción más Limpia. Página 3

ANEXOS:

Anexo A: DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN

SISTEMA INTEGRADO DE GESTION
DIAGNÓSTICO PARA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA
DEL Taller de Mecánica Industrial JV

A. INFORMACION GENERAL DE LA EMPRESA

1. Nombre o razón social: TALLER DE MECANICA INDUSTRIAL J.V.

2. Ubicación: CALLE DEL CEBOLLAR FRENTE A LA PLANTA DE AGUA

3. Tamaño (6 empleados / MAQUINAS, HERRAMIENTAS Y SOLDADURA / METALMECANICA)

4. Fecha de inicio de labores: 13 DE FEBRERO DEL 2006

5. Sector empresarial (METALMECANICO)

6. Actividad principal: ACTIVIDADES DE INGENIERIA MECANICA, CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO.

B. OBJETIVOS DEL DIAGNOSTICO

1 Recopilar información de los procesos de manufactura del Taller

2 Evaluar los procesos de producción e identificar las operaciones unitarias (OU) críticas

3 Definir el enfoque del diagnóstico en base a las OU o críticas identificadas.

C. DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO Y PRODUCTOS (BIENES Y/O SERVICIOS)

El Taller construye productos metálicos y presta los servicios de mantenimiento, obteniendo como resultado soluciones a otros sistemas industriales de ingeniería mecánica. El Taller tiene las siguientes etapas de procesos productivos generales:

- Compra de materia prima y alistamiento de equipos, insumos, logística para la construcción
- Construcción o ejecución del servicio. Fabricación y proceso de manufactura del producto.
- Instalación, montaje o servicio de mantenimiento o entrega del producto final.

D. PRINCIPALES AREAS DE INTERES

1 Optimización eficiente de los procesos de manufactura (Corte de perfiles metálicos)

2 Manejo de los desechos sólidos aplicación de las 3 R (chatarra)

3 Optimizar el consumo energético (eléctrico)

FLUJOS DE MATERIALESY ENERGÍA EN LAS ÁREAS DE INTERÉS (DIAGRAMAS DE FLUJO)



Optimización eficiente de los procesos de manufactura (Corte de perfiles metálicos)



Manejo de los desechos sólidos aplicación de las 3 R (chatarra)



Optimizar el consumo energético (eléctrico)

F. ESTADO DE LA GESTIÓN EN LAS ÁREAS DE INTERÉS
(¿QUÉ SE HACE? ¿QUÉ NO SE HACE?)

1. Gestión de la logística y los inventarios: Llega el material al taller y no es inventariado, ni cotejado con materiales y sobrantes existentes, no se verifica cantidades, se procede al proceso de manufactura sin control.

2. Gestión de las actividades de producción y servicio: No existe planificación, solo se construye de inmediato salida la orden de trabajo de gerencia, se prioriza el trabajo según el tiempo de entrega, no se consulta sobre materiales existentes en bodega.

3. Gestión de la calidad: El Taller opera con los equipos, herramientas y operarios que cuenta, la calidad la controla el jefe de producción y el gerente está ocupado en actividades administrativas y no hay eficiencia en los procesos de metalmecánica.

4. Gestión de la ingeniería y el mantenimiento: Se pone a consideración los conocimientos de los ingenieros, técnicos y la experiencia de los operarios para solucionar problemas de ingeniería, con respectos a los procesos falta una capacitación de buenas prácticas de manufactura, el mantenimiento del Talle es regular.

5. Gestión de residuos, desechos e impactos ambientales: Existe muy poca cultura en el cuidado ambiental, manejo óptimo de desechos, se vende la chatarra sin clasificarla, se vende retazos y sobrantes que pueden servir y recuperar en otros productos y servicios, inclusive se mezcla con basura común, ocasionando pérdidas económicas.

6. Control de los costos y de la productividad: Por no existir una planificación adecuada, manejo de inventarios, no hay personal constantemente supervisado, los costos de producción son elevados, y por ende los valores de trabajos para los clientes son altos, resultando un Taller no competitivo con el resto del sector metalmecánico.

7. Grado de cumplimiento de la normativa ambiental: En este aspecto, se cumple con las normativas básicas, pero ha existido iniciativas estratégicas por cuidar el entorno. No se aplica las 3 R.

8. Condiciones de seguridad e higiene laboral y salud ocupacional: Se ha dotado al personal con el equipo de protección pero falta un plan seguridad y salud ocupacional, falta capacitación en todos los niveles del Taller.

Anexo B: VARIABLES INDEPENDIENTES E INDICADORES

Variables Independientes	Indicadores
Cantidad de residuos sólidos clasificados en: Chatarra, repuestos e insumos dañados, partes y piezas obsoletos, plásticos, cartón, cauchos, vidrios, madera, etc.	$/mes u/año sacos/mes libras/mes
Nivel de cumplimiento de ordenanzas y normativas	# Ítems de ordenanza cumplidos/#Ítems de ordenanzas totales.
Disposición de residuos sólidos	% Porcentaje de residuos sólidos reciclados o entregados/ Total residuos sólidos.
Disposición de residuos líquidos	Efluentes líquidos disposición final red pública/ Residuos líquidos Totales.
Manejo de Gases y vapores	% de emisiones a la atmósfera proceso de soldadura/ Total de emisiones a la atmósfera.

Anexo C: LEVANTAMIENTO DE NO CONFORMIDADES

	DIAGNÓSTICO: Identificación y evaluación del origen de los problemas	Código: JXVV – 01 – PmL
		Revisión: 1
	Fecha de emisión: 24 – 10 - 2019	Página 1 de 1

Tipo de No Conformidad (Metodología de Trabajo) / **Oportunidad de Mejora**
No Conformidad Mayor ☐ **Media** ☐ **Menor**

Equipo de PmL	**Líder: Ing. Jaime Xavier Vásquez Valencia**
	Integrantes: René Vásquez y Fausto Narváez

Descripción del Problema u Oportunidad de Mejora

El Taller genera demasiados residuos y desechos sólidos, sobre todo desperdicia material en el proceso de corte, produciendo pérdidas económicas e ineficiencia en el proceso de manufactura.

Acción tomada para eliminar una **No Conformidad Detectada.**

Acción Inmediata, Acción o Corrección a realizar	**Análisis de la Causa** Complete los 5 ¿Por qué? y/o utilice un diagrama Causa-Efecto (Ishikawa) u otra herramienta estadística
Instruir o capacitar a una persona responsable del cálculo planeación y supervisión en el proceso de corte a través de planillas de corte según análisis previos.	1. **¿Por qué?** : El personal del Taller trabaja desorganizadamente en los procesos manufactura
	2. **¿Por qué?** : No hay planeación de la Producción
	3. **¿Por qué?** : No saben como hacer la planeación de la Producción
	4. **¿Por qué?** : Calculan mal y piden mas material del que necesitan
	5. **¿Por qué?** : Estiman el volumen de compra empiricamente y generan exceso de desperdicios.
	Causa Raiz: Exceso de desperdicios de consumibles (residuos solidos, perfiles, planchas, aceros)

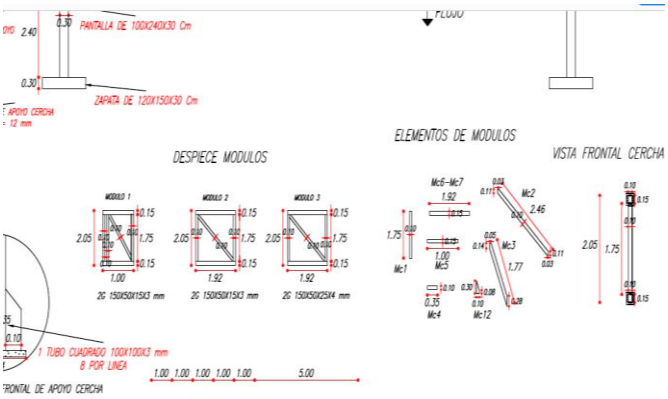
Plan de Acción:

Acciones Anotar la(s) accione(s) específicas para eliminar la causa raíz o Acciones requeridas para lograr la corrección.	**Responsable**	**Fecha de Terminación Programada**	**Fecha De Verificación**
Delegar un responsable encargado de las compras de materia prima con conocimientos técnicos.	Jefe Administrativo		
Delegar un responsable tecnico que se encargue de los planos, calculos y planifique el proceso de manufactura (corte de perfiles)	Jefe de Producción		
Tener una hoja de calculo o base de datos de planeacion de procesos del Taller, en donde se guarde la información.	Jefe de Producción Jefe Administrativo		

Evidencias de las Acciones Realizadas
Anotar lo que se considere evidencia de que la(s) acción(es) eliminaron la causa raiz de la no conformidad o se corrigió el problema.
Planillas de corte segun marcas, planos constructivos de productos fabricados en el Taller

Anexo D: CÁLCULO DE PLANILLAS DE CORTE

Para mitigar la contaminación de desechos sólidos y evitar el tratamiento de desechos al final del proceso, se obtuvo como resultado disminuir residuos en su fuente de origen, mediante la aplicación de planillas de corte según marcas, en la etapa de corte de perfiles metálicos de los productos estructurales del Taller. Una oportunidad o solución sin costo para el Taller fue, que en el proceso de corte de los perfiles de 6 metros (longitud estándar comercial) utilizados en la construcción de una cercha metálica para la estructura de un puente biarticulado en la ciudad de Azogues, se aplicó el método de optimización de corte en perfiles comerciales y se identificó cada elemento estructural a través de marcas (Mc1, Mc2…) para optimizar al máximo el material útil y obtener el mínimo desperdicio. Esta optimización en el proceso de manufactura redujo la generación de residuos en su fuente de origen y minimizó un 93% los desechos a final de proceso, si se lo aplica correctamente, respetando los planos y planillas de corte que se entrega a los operarios.



Despiece y colocación de marcas en elementos estructurales. Fuente: Planos

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PUENTE BIARTICULADO EN LA PROLONGACION DE LA CALLE UNAMUNO EN LA CIUDAD DE AZOGUES
CANTIDAD	TUBO CUADRADO DE 100 X 100 X 3 mm
32	$\frac{2 * Mc1 + 1 * MC2}{2 * 1{,}75 + 1 * 2{,}46 = 5{,}96}$

CANTIDAD	
7	$\frac{3 * MC1 + 2 * Mc4}{3 * 1{,}75 + 2 * 0{,}37 = 6}$

Fórmula para Planilla de corte según marcas. Fuente: Autor

PERFILES DE 6M DE LONGITUD

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PUENTE BIARTICULADO EN LA PROLONGACION DE LA CALLE UNAMUNO EN LA CIUDAD DE AZOGUES			
Φ = 15X5X1.5X0,3	PLANILLA			
MARCA	ESQUEMA	LONGITUD total (M)	CANTIDAD	UBICACION
MC 1	150 e= 3 mm 50	6,00	32,00	_

MARCA	ESQUEMA	LONGITUD total (M)	CANTIDAD	UBICACION
MC 2	100 100 e= 3 mm	6,00	43,00	_

Identificación de perfiles metálicos según marcas. Fuente: Autor

Anexo E: PROYECTO REEMPLAZO DE FOCOS

Planteamiento del Problema

En las instalaciones del Taller, se tiene elevado consumo de energía eléctrica debido a la potencia instalada en su sistema de iluminación, resultado de la gran cantidad de focos incandescentes que utiliza. La potencia máxima demandada durante la presente gestión fue de 25 KW/h. De los 25 focos incandescentes instalados, 18 son de 100W corresponde a la planta industrial 7 de 60 W a oficinas. La potencia total instalada en iluminación en oficinas y planta es de 22 KW. La empresa eléctrica distribuidora CENTROSUR tiene el siguiente pliego tarifario que puede encontrarse en: https://www.regulacionelectrica.gob.ec/resoluciones-pliegos-tarifarios/

Fuente: Sistema de Pliegos tarifarios Centrosur

Datos:

Estructura de Tarifas

Cargo por energía	0.10	USD/kWh
Cargo por potencia	4.579	USD/kW

- Tiempo promedio de uso focos en la oficina = 8h/día
- Tiempo promedio de uso focos en la planta = 10h/día
- Funcionamiento anual de oficinas = 320 días/año
- Funcionamiento anual promedio planta = 320 días/año

Solución del Propuesta

Reemplazar los focos incandescentes (FI) de la planta y oficinas, por focos fluorescentes compactos (FFC), de menor potencia e igual intensidad lumínica. Esta medida disminuirá notablemente la demanda de potencia y el consumo de energía eléctrica y se reflejará en las próximas facturas de consumo eléctrico.

La tabla siguiente muestra el detalle del número y la potencia de ambos tipos de focos (incandescentes y fluorescentes compactos).

ITEM	Focos Incandescentes			Focos fluorescentes compactos		
	Cantidad	Potencia [W]	Potencia Total [W]	Cantidad	Potencia [W]	Potencia Total [W]
Oficinas	7	60	420	7	15	105
Planta	18	100	1,800	18	15	270
Total	25		2,220	25		375

Fuente: Autor

Cálculo del ahorro por reemplazo de focos Incandescentes

Reducción de la demanda facturada = (Potencia FI [kW] – Potencia FFC [kW])
= (2.22kW – 0.375 kW)
= 1.845 kW

Ahorro por reducción de demanda
= 1.845 kW/mes x 4.579USD/kW x 12 meses/año
= 101.37 USD

Consumo actual de energía en iluminación de oficinas
= 0.42 kW x 8h/día x 320/año
= 1,075 kWh/año.

Consumo actual de energía en iluminación de planta
= 1.8 kW x 10h/día x 320/año
= 5,760 kWh/año.

Consumo total actual de energía de iluminación
= 1,075 kWh + 5,760 kWh
= 6,835 kWh/año

Consumo de energía en iluminación en oficinas después del reemplazo de focos
= 0.105 kW x 8h/día x 320/año
= 268.8 kWh/año.

Consumo de energía en iluminación en planta después del reemplazo de focos
= 0.270 kW x 10h/día x 320/año
= 864 kWh/año.

Consumo total de energía de iluminación después del reemplazo de focos
= 268.8 kWh + 864 kWh
= 1,132.8 kWh/año

Reducción en el consumo de energía por iluminación
= (6,835 - 1,132.8) kWh/año
= 5,702.2 kWh/año

Ahorro por reducción del consumo de energía
= 5,702.2 kWh/año x 0.10 USD/kWh
= 570.22 USD/año

Ahorro total por sustitución de focos
= (101.37 + 570) USD/año
= 671.37 USD/año

Inversión, retorno sobre la inversión y periodo de recuperación

Costo unitario de los FFC = 11 USD/u

Inversión para la compra de FFC = 25u x 11 USD/u
= 275 USD

Retorno sobre la inversión = (671.37/275) USD x 100%
= 244 %

Periodo de recuperación = (275 USD)/(671.37USD/año)x12meses/año
= 4.91 ≈ 5 meses