

**LAS PRODUCCIONES MÁS LIMPIAS EN EL SECTOR TEXTIL MANUFACTURERO.
UN CASO DE ESTUDIO EN TENA, NAPO, ECUADOR****PRODUCCIONES MÁS LIMPIAS EN EL SECTOR TEXTIL MANUFACTURERO
ECUATORIANO**AUTORES: Ney Gary Guallo Aguinda¹Liliana Bárbara Sarduy-Pereira²Erik Orozco Crespo³Karel Diéguez-Santana⁴DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: karel.dieiguez.santana@gmail.com

Fecha de recepción: 8-06-2019

Fecha de aceptación: 31-07-2019

RESUMEN

La industria textil es una de las principales actividades económicas del sector manufacturero en Ecuador. Este documento presenta un análisis del comportamiento ambiental y las potencialidades de aplicación de mecanismos de producciones más limpias en un taller de confecciones de la provincia Napo, Amazonia Ecuatoriana. La empresa “Creaciones Freire”, labora turnos de 8 horas diarias y cuenta con 10 personas, para la operación de 33 equipos y máquinas disponibles. Procesos de diseño, impresión, corte, termofijado, acabado, entre otros se realizan para la elaboración de las principales confecciones (ropa deportiva e uniformes escolares). El análisis ambiental abarcó la revisión ambiental inicial, obtención de información del proceso in situ para la elaboración de ecomapas, ecobalances y análisis de los procesos de elaboración. Generación de residuos, ruido, consumo de energía, y riesgo eléctrico fueron los principales puntos críticos detectados en las diferentes etapas del proceso productivo. Por su parte, mediante el análisis de los procesos se determinó que semanalmente se generan 86,15 kg de residuos sólidos, 0,63 L de residuos líquidos de aceites y son consumidos 215,42 kWh de energía. Finalmente, se propusieron medidas de producciones más limpias que permitan mejorar el desempeño ambiental del proceso de elaboración de confecciones del taller. La venta de los residuos de tela y la optimización de la energía puede generar una ganancia de \$3481,13, y son alternativas factibles de implementación y aplicación de las producciones más limpia en el taller Creaciones Freire.

PALABRAS CLAVE: Análisis ambiental; Industria textil; optimización; producciones más limpias; residuos.

**THE CLEANER PRODUCTIONS IN THE MANUFACTURING TEXTILE SECTOR. A
CASE STUDY IN TENA, NAPO, ECUADOR**

¹ Ingeniero Ambiental, Facultad Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Pastaza. Ecuador. E-mail: neyguallo10@hotmail.com

² Docente IKIAM - Universidad Regional Amazónica. Tena, Napo. Ecuador. E-mail: liliana.sarduy@ikiam.edu.ec

³ Docente-investigador. Ingeniería Industrial. Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador. E-mail: eorozco@utn.edu.ec

⁴ Docente-investigador IKIAM - Universidad Regional Amazónica. Tena, Napo. Ecuador / Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Pastaza. Ecuador. E-mail: karel.dieiguez@ikiam.edu.ec

ABSTRACT

The textile industry is one of the main economic activities of the manufacturing sector in Ecuador. This document presents an analysis of the environmental behavior and the application potentials of cleaner production mechanisms in a clothing workshop in the province of Napo, Ecuadorian Amazonia. The company "Creaciones Freire", works shifts of 8 hours per day and has 10 workers, for the operation of 33 equipment and machines available. Processes of design, printing, cutting, heat setting, finishing, among others are carried out for the main confection elaboration (sportswear and school uniforms). The environmental analysis included the initial environmental review, obtaining information from the in situ process for the elaboration of eco-maps, eco-balances and elaboration processes analysis. Waste generation, noise, energy consumption, and electrical risk were the main critical points detected in the different stages of the production process. On the other hand, through the analysis of the processes, it was determined that 86.15 kg of solid waste, 0.63 L of liquid waste oil are generated and 215.42 kWh of energy are consumed weekly. Finally, cleaner production measures were proposed to improve the environmental performance of the clothing shop manufacturing process. The sale of fabric waste and energy optimization can generate a profit of \$3481.13, and are feasible alternatives for the implementation and cleaner production application in the clothing workshop "Creaciones Freire".

KEYWORDS: Cleaner production; Environmental analysis; optimization; Textile industry; waste.

INTRODUCCIÓN

La industria textil es uno de los sectores más importantes para el desarrollo económico de los países de todo el mundo (Ulson de Souza, Melo, Pessoa, & Guelli Ulson de Souza, 2010). Este sector es conocido por su uso intensivo de recursos (agua, energía, etc.) en procesos de producción complejos (Kocabas, Yukseler, Dilek, & Yetis, 2009) y una gran cantidad de consumo de productos químicos, especialmente en procesos de teñido y acabado (Verma, Dash, & Bhunia, 2012). Adicionalmente los procesos de producción emiten una amplia variedad de emisiones gaseosas, ruido y desechos sólidos (Hasanbeigi, Hasanabadi, & Abdorrazaghi, 2012).

En Ecuador, según cifras del Ministerio de Industria y Productividad el sector textil es la segunda actividad económica en generar empleo con 174 125 puestos de trabajo (21% del sector manufacturero) y el 5% de la producción industrial del país con registros de ventas de 1.313 millones de dólares en el año 2016 (Comercio, 2017). Se encuentra asentado en todas las provincias y cantones del territorio nacional, y los principales componentes son: hilos, telas, cueros, prendas de vestir, calzado, entre otros (Orozco Crespo, Sablón-Cossío, Dieguez-Santana, & Lomas Rosero, 2018). Las mercancías generadas se comercializan-consumen nacionalmente o se exportan.

Las confecciones de ropa es un segmento secundario a la industria textil ya que parte como materia prima el acabado de la tela para la confección de diferentes vestimentas acorde a las exigencias del cliente. De acuerdo a De-Juan-Vigaray (2006) el sector textil de las confecciones presenta tres ámbitos de estudio: el propio sector textil, el proceso de confección y la etapa de distribución, que culmina en la compra de las prendas por parte de los consumidores finales.

En base al Censo económico del año 2010 en el cantón Tena, existen 142 microempresa relacionado con la elaboración de bienes a partir de materia primas siendo un mayor porcentaje a

lo respectivo con la producción de prendas de vestir 27,5%; obtención de productos alimenticios 17,6% y elaboración de muebles 20,4% (PDOT, 2015). La industria de la manufactura a nivel cantonal se encuentra en crecimiento, no obstante, la incorrección de áreas destinadas al mismo y que cumpla con la normativa ambiental necesario no ha logrado que este sector industrial pueda desarrollarse a gran escala. Los comienzos de la pequeña empresa “Creaciones Freire” surgieron en el 2011, por parte de la Sra. Leticia del Rocío Villavicencio Aldaz.

El taller “Creaciones Freire”, tiene varios procesos para la elaboración de ropa deportiva y escolar, que consumen recursos específicos (agua, electricidad, materias primas, y otros insumos, etc.) y genera una variedad de residuos principalmente en el área de corte y producción de la ropa. Sin embargo en la empresa no se han realizado estudios ambientales y carece de un plan de mejora continua que permita mejorar los procesos de elaboración de confecciones textiles y así reducir significativamente los impactos ambientales.

Un instrumento importante para mejorar el desempeño ambiental de las empresas procesos son las producciones más limpias. Este enfoque está fuertemente relacionado con la ecoeficiencia y ha sido ampliamente reconocido como la mejor vía para lograr el desarrollo sostenible para las industrias y empresas (Cagno, Trucco, & Tardini, 2005; Dong, Li, Wang, Feng, & Ding, 2018; Fresner, 1998). El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1989 definió la producción más limpia como "la aplicación continua de una estrategia ambiental integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente (UNEP, 1990). En los últimos años ha ampliado el alcance se ha convertido en una estrategia que también abarca el diseño y evaluación de productos, procesos y servicios, incorporando todas las dimensiones del desarrollo sostenible y sostenibilidad industrial de la manera más integral posible (Fore & Mbohwa, 2010; Glavič & Lukman, 2007)

Desde el 2013 en Ecuador existe el Centro Ecuatoriano de Eficiencia de Recursos y Producción más Limpia (CEER), impulsado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONU DI) y apoyado por el Ministerio de Industrias y Productividad del Ecuador Este Centro promueve el uso eficiente de recursos y las PML a nivel nacional (CEER, 2016), pero aún existe desconocimiento en los sectores productivos, universidades y población en general. Adicionalmente, existen pocos casos de estudios publicados, por ejemplo en la producción de compost a partir de residuos de camales (Caiza, Chimbo, Sarduy-Pereira, Pisco, & Diéguez-Santana, 2018) pero restan varios sectores importantes sin ser analizados.

Basado en los siguientes aspectos, el principal objetivo de este trabajo fue analizar el comportamiento ambiental de la actividad textil-manufacturera y proponer opciones de producción más limpia en el taller Creaciones Freire. Así reflejar que la identificación y cuantificación de entradas y salidas de todos los procesos permiten analizar las opciones viables de PML, la optimización del uso de las materias primas e insumos y minimización de los impactos ambientales.

DESARROLLO

Ubicación: El taller “Creaciones Freire” se encuentra en la zona 2, provincia de Napo, cantón Tena, su altitud varía entre los 4800 m.s.n.m en las mesetas andinas y bajan a los 270 m.s.n.m, cubre una superficie amplificación de 3897.40 km² (PDOT, 2015), al inicio de la vía de concreto que se dirige al cantón Archidona y a la vía Jumandy, cerca del redondel, el centro educativo más cercano es la Unidad Educativa Nacional Tena. Las coordenadas geográficas grados, minutos y

segundos DMS 0° 58' 57.7868" S, 77° 48' 45.4377" W. En el mapa Figura 1, se encuentra la ubicación de la empresa Creaciones Freire

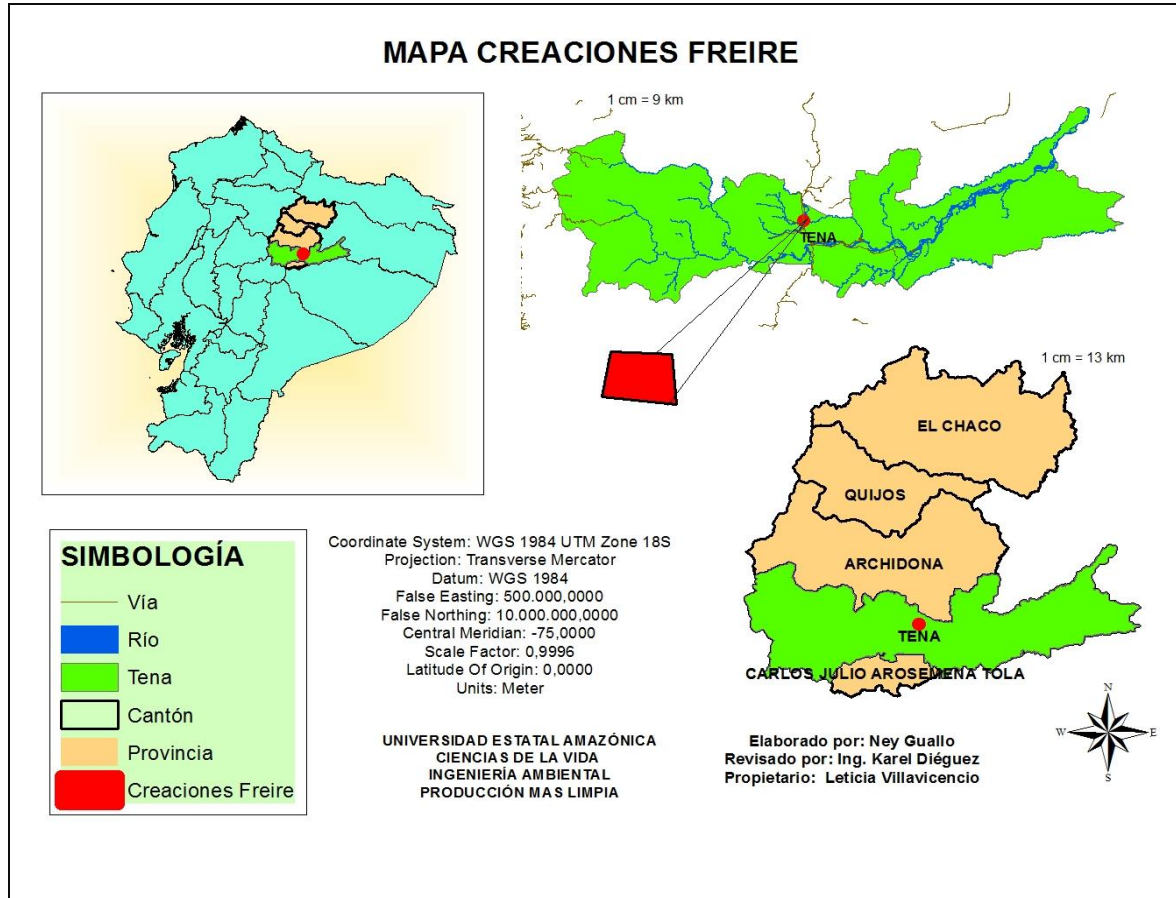


Figura 1: Mapa del área de estudio “Creaciones Freire”

Condiciones meteorológicas del lugar: Al encontrarse ubicada en la región amazónica del Ecuador se caracteriza por características de clima de la zona tropical consecuencia de la correlación de vientos de los dos hemisferios, elevadas temperaturas, presión uniforme y altos índices de humedad que a sus vez dan comienzo al llamado régimen Oriental el cual se caracteriza por estaciones con poca variación climática. Las mayores precipitaciones se muestran en los meses de mayo, junio y julio, los cuales alcanzan hasta los 462.8 mm en promedio, de acuerdo a un estudio realizado entre 1991 al 2005 (PDOT, 2015). Se puede decir que Tena no existe una estacionalidad específica. De datos climatológicos a la temperatura, se enuncia que la temperatura promedio mensual es de 24 (+/- 0,38) °C, para Tena, representando en los meses de menor temperatura a los de junio y julio, y los meses de mayor temperatura abarcan los de diciembre y enero dando como resultado bajas precipitaciones con un promedio mensual de 24 a 25 °C (PDOT, 2015). Se tiene una mayor humedad relativa en los meses de marzo y junio en un promedio de 90,27%, en cuento a los meses secos se tiene a los de octubre y septiembre con un dato medio de 87,73%, representando una zona húmeda.

Población y demografía: En base a los datos registrados del último censo en Ecuador la población de Tena fue de 60.880 habitantes, abarcando una densidad de 0.15 hab/ha, con un porcentaje

mayor a la zona rural del 61.82% (37.573 habitantes) y urbana con el registro de 38.28% (23.307 habitantes). Esta población a nivel nacional representa el 0,42% (INEC, 2010)

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Se realizó en dos etapas, una preliminar de diagnóstico, donde llevo a cabo la revisión ambiental inicial, se recopiló información de las etapas y del proceso. Posteriormente se elaboró un diagrama de flujo y se describió cada etapa del proceso. Para la determinación de los puntos críticos, se analizaron todas las incidencias y se elaboró un ecomapa para la ubicación de los mismos. Finalmente se analizaron los flujos de entradas y salidas, para verificar los consumos de materiales y cuantificar las emisiones del proceso. Con esta información se prosiguió a la segunda etapa.

Durante la segunda parte del proceso de evaluación se realizó el análisis económico de la empresa con los registros obtenidos en el diagnóstico. Se analizaron las opciones de producciones más limpias que pueden ser aplicadas conjuntamente análisis de los flujos y consulta de bibliografía, para proponer un plan de mejora en la producción de confecciones que considere las mejores alternativas aplicables en el lugar.

Encuesta de diagnóstico ambiental: La encuesta de diagnóstico ambiental incluyo el 100% del personal involucrado con el proceso, en total 11 personas (10 trabajadores y la gerente del taller), por lo que no se calculó el número de la muestra. Se formularon 10 preguntas con diferentes criterios de respuestas. El objetivo de la encuesta fue conocer la percepción de los trabajadores en cuanto a conocimientos acerca de temas ambientales y aspectos relacionados con los impactos de la actividad. La población encuestada son los laboran en la empresa y tienen los conocimientos en la realización de los procesos descritos anteriormente.

Cálculo y mediciones. Fórmulas empleadas para el cálculo de consumo energético:

Para el cálculo se emplearon las siguientes fórmulas y los valores de potencia, consumo y tiempo de operación que aparecen en la Tabla 1.

$$\text{Energía} = \text{Potencia} * \frac{\text{Horas}}{\text{día}} * \text{Coeficiente de simultaneidad} * \frac{\text{Días}}{\text{semana}} \text{ (Wh/día)}$$

$$\text{Energía} \frac{\text{Wh}}{\text{día}} * 30 = \text{Wh/mes}$$

$$\text{Energía} \frac{\text{Wh}}{\text{mes}} * 0,001 = \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} * 0,2 \text{ centavos} = (\dots)\$$$

El coeficiente de simultaneidad: 1 a 0 (1 equivale a 24 horas; 0,5 a 12 horas; 0,25 a 6 horas etc.)

Medición de ruido: Para la medición del ruido en cada una de las secciones del taller se empleó un sonómetro portátil de las siguientes características: Marca Velleman, modelo DEM202, de una precisión de ± 1.4 dB y un rango de medición de 30 - 130 dB.

Cuantificación de residuos sólidos: Los residuos sólidos que se generan en cada una de las etapas fueron pesados durante 4 semanas con una balanza digital, marca Colometer de lectura automática de mediciones hasta 50 kg, de una precisión de 10 g en el rango de 10-50 kg.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Proceso, etapas: Para la realización de los procesos que se aplica a esta actividad el taller cuenta con 10 personas que labora en las instalaciones 8 asegurados y 2 con prestación de servicios, trabajando en un horario de 8 horas laborales de lunes a viernes.

El proceso que realiza la empresa son los siguientes:

Diseño: El diseño consiste en la creación del modelo “Digital” acorde a las especificaciones del cliente para su fabricación posterior. Las especificaciones varían en el color, número, anuncios, logotipo, nombre, etc. Los insumos a necesitar en este proceso son computadoras para el diseño tanto de la prenda, máquina de medias y la bordadora.

Impresión: Se realiza la impresión del diseño en la máquina “Plotter marca Epson SureColor F6070” el cual utiliza rollos de papel (sublimación) y kit de 4 tintas (negro BK, magenta M, azul C, amarillo Y). El rollo de papel consta de 100m para aproximadamente 100 impresiones. En este proceso se realiza el ripeo el cual consta de pasar la información de diseño a la máquina de impresión.

Corte del molde: Una vez impreso se lleva a cabo el corte del molde para su posterior sublimado.

Corte de la tela: Para la elaboración del corte se utiliza moldes pre-fabricados, este proceso tiene por objeto cortar el alrededor de los patrones con la máquina cortadora a las prendas a confeccionar e identificar y agrupar las segmentos cortadas por tallas, de tal forma que puedan ser manejadas fácil y cómodamente en la sección de producción. Los insumos a necesitar son: tela, tijeras, tiza sastre, máquina cortadora, cinta métrica y regla.

Termofijado: En este proceso interviene las máquinas sublimadora y estampadora en la cual utilizan el calor para el traspaso del diseño a la prenda. La sublimadora utiliza una temperatura de 220°C y una bomba de compresión, la estampadora trabaja a una temperatura de 130°C y puede sublimar cosas pequeñas a una temperatura de 180 °C.

Producción: En este proceso se le da forma a la prenda, en los puestos de cosido se unen las piezas del tejido, previamente acondicionadas, de acuerdo al diseño. La utilización de las máquinas difiere en la prenda a realizar, la camiseta utiliza las máquinas Overlock, recta, Tirrilladora, y la recubridora, y la pantaloneta utiliza las máquinas overlock, recta, elasticadora y la recubridora. Al finalizar se le da las últimas pinceladas (ojales, botones, entre otros) y el bordado antes de obtener el producto confeccionado.

Acabado: Una vez que la prenda ha sido confeccionada, se revisa, manualmente, con el fin de constatar que no presente ningún defecto. Si es detectado algún tipo de manchas o defectos se procede a elaborar una nueva prenda.

Etiqueta y envase: El etiquetado se realiza para diferenciar el trabajo de distintos clientes y se coloca en una funda plástica transparente.

Bodega: En esta área se almacena las prendas, hilos, telas, materiales sobrantes etc., para posteriores usos.

Exhibición y venta: Para la venta al público y al por mayor, se coloca en las vitrinas para una mejor vista de productos de la empresa.

RESULTADOS

Consumo energético: En este aspecto la propietaria manifiesta que en la producción de las prendas paga en el mes \$180 por el consumo eléctrico y que cuenta con cajas reguladoras de voltaje presentando dos fases acorde a la maquinaria; grandes: 220V y pequeña 110V. En la siguiente tabla se muestra las máquinas y diferentes variables como: potencias, horas que esta prendido, el coeficiente de simultaneidad y días que se ocupa en la semana; para llegar al cálculo

de consumo eléctrico en kWh/mes. El resultado fue de 937,40 kWh/mes, de acuerdo al pago por consumo de 1 kWh es de 0,2 centavos de dólar para la industria y sector comercial, se paga \$187,48 mensuales.

Tabla 1. Descripción de equipos y consumo energético.

Elementos	No.	Potencia [W]	Potencia total[W]	Horas / día	Coefficiente simultaneidad	Días / semana	Energía [Wh/día]	Energía [Wh/mes]	Energía [kWh/mes]
Impresora (Plotter)	1	65	65	10	0,45	0,71	208,93	6268	6,27
Laptop	1	90	90	10	0,45	0,71	289,29	8679	8,68
PC escritorio	3	200	600	10	0,45	0,71	1928,57	57857	57,86
C. Industrial	1	250	250	3	0,15	0,71	80,36	2411	2,41
C. Manual	2	100	200	8	0,35	0,71	400	12000	12,00
Bordadora	1	400	400	8	0,35	0,71	800	24000	24,00
Overlock	5	400	2000	8	0,35	0,71	4000	120000	120,00
Recta	5	600	3000	8	0,35	0,71	6000	180000	180,00
Recubridora	3	550	1650	8	0,35	0,71	3300	99000	99,00
Elasticadora	2	400	800	8	0,35	0,71	1600	48000	48,00
Tirrilladora	1	550	550	8	0,35	0,71	1100	33000	33,00
Ojaladora	1	400	400	8	0,35	0,71	800	24000	24,00
botonera	1	373	373	8	0,35	0,71	746	22380	22,38
Tejedora de medias	1	1000	1000	8	0,35	0,71	2000	60000	60
Motor	1	380	380	8	0,35	0,71	760	22800	22,80
Sublimadora	1	7700	7700	4	0,18	0,71	3960	118800	118,80
Soplador centrífugo	1	200	200	8	0,35	0,71	400	12000	12
Estampadora	1	2500	2500	4	0,18	0,71	1285,71	38571,43	38,57
Compresor	1	200	200	8	0,35	0,71	400	12000	12
Focos tubo lfc	15	18	270	10	0,45	0,71	867,86	26035,71	26,04
Focos grandes lfc	4	25	100	8	0,35	0,71	200	6000	6,00
Focos pequeños lfc	4	15	60	8	0,35	0,71	120	3600	3,60
Sumas							31246,71	937401,43	937,40

Ecomapa: Para la realización del ecomapa se tomó como referencia la revisión del taller, las mediciones de ruido, el pesaje de los residuos que se generan y otras descripciones de los

trabajadores y de la propietaria. El siguiente gráfico representa la distribución del área de estudio, así como los puntos críticos encontrados en la misma.

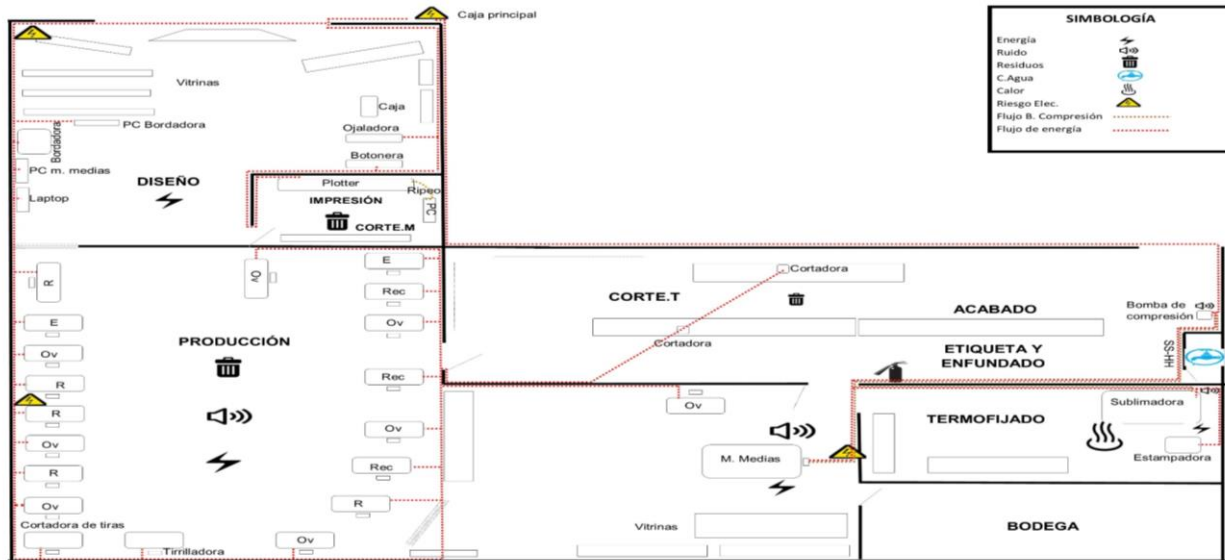


Gráfico 1.- Distribución del área de estudio e identificación de problemas ambientales.

Ecobalances: El siguiente gráfico se identifica las principales materias primas, energía, y los productos de fin del proceso, a su vez se toma en cuenta los impactos que genera la misma al ambiente como son los residuos sólidos y el consumo de energía, en la elaboración de ropa deportiva y uniformes escolares en el taller.

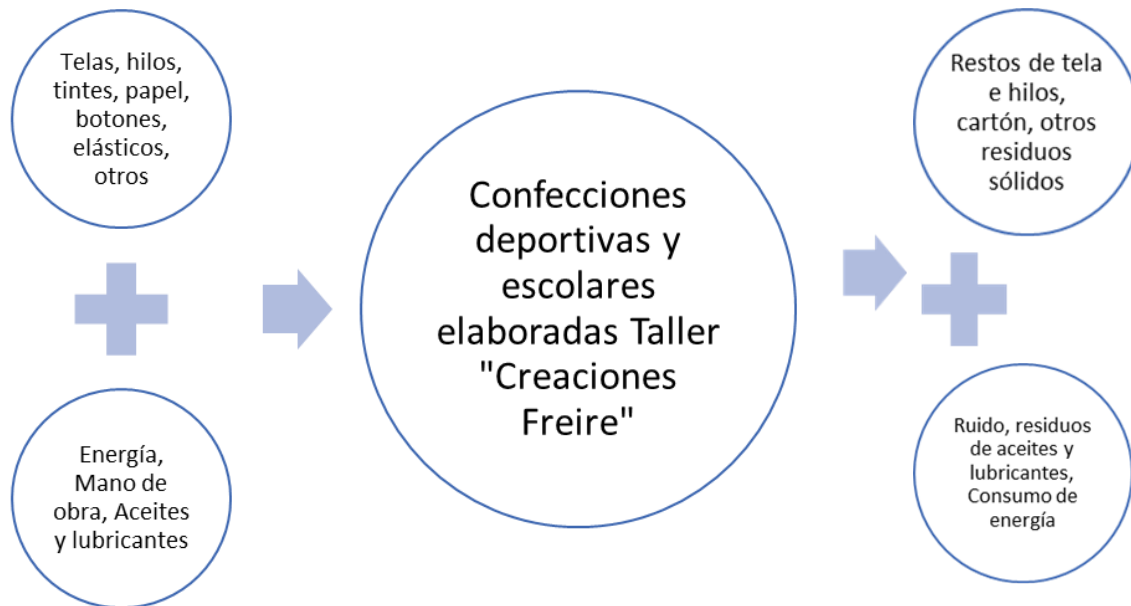


Gráfico 3. Principales entradas y salidas del proceso de elaboración de confecciones deportivas y escolares.

Diagrama de flujo: En el gráfico 4 se puede apreciar el diagrama de flujo del proceso productivo. En el mismo se describen los procesos que cuenta el taller, así como los insumos, máquinas y la identificación de los residuos sólidos en la actividad. En el mismo se cuantifican las entradas y

salidas de los procesos que implica la confección de la prenda, estos valores son correspondientes para cinco días de trabajo, tiempo aproximado de realización. Entre las salidas y consumo se destacan el consumo energía de 215,42 kWh/semanal equivalentes a \$43,08, 86,15 kg de residuos sólidos generados, y 0,63 L de residuos líquidos (aceites usados).

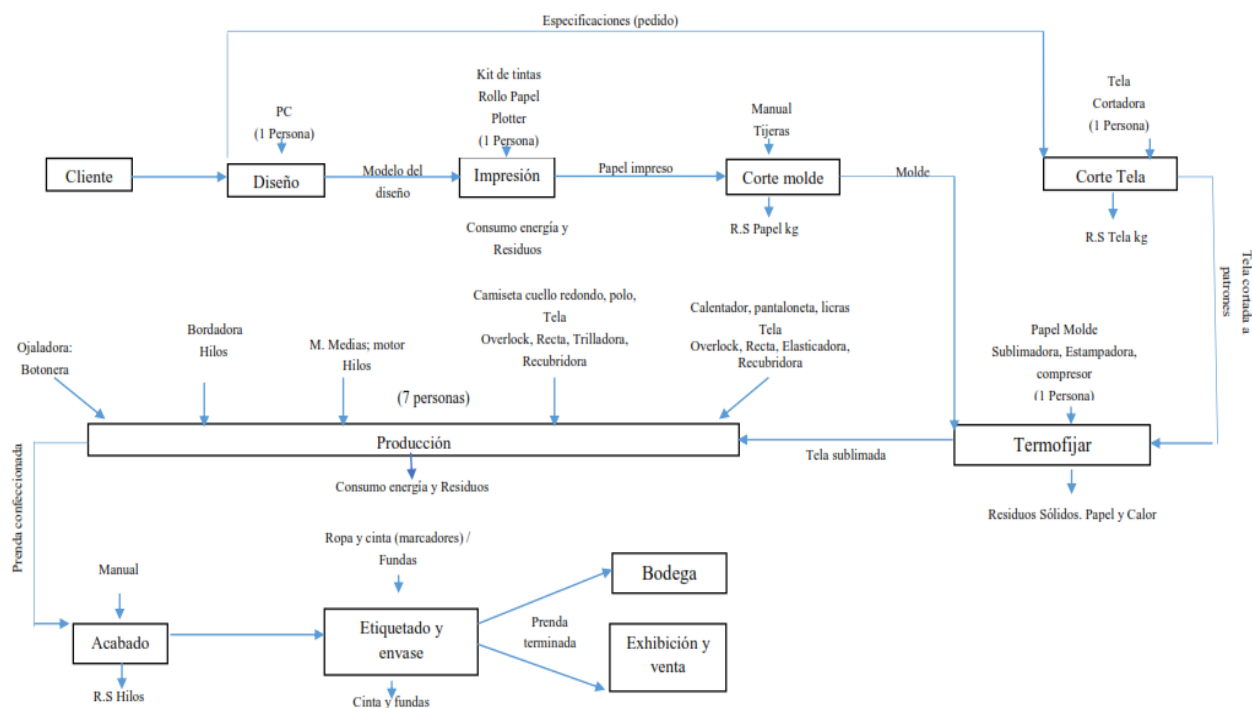


Gráfico 4. Diagrama de flujo del proceso productivo.

Encuesta de diagnóstico ambiental: La población encuestada son los laboran en la empresa y tienen los conocimientos en la realización de los procesos descritos anteriormente. La encuesta consto de 9 preguntas divididas en 2 temas un primero (4 preguntas) enfocado a la percepción y conocimiento de los trabajadores hacia temas ambientales, y el segundo relacionado con los principales impactos ambientales del proceso productivo y las perspectivas de aplicación de PML.

A continuación, se muestra el análisis de datos de la encuesta, por cada una de las preguntas realizadas

Pregunta 1. ¿Está usted de acuerdo con la contaminación ambiental? : El 100% reconoce que conoce de qué trata la contaminación ambiental así como los daños y efectos que produce en nuestro ambiente, aclarando que no está de acuerdo con la misma.

Pregunta 2. ¿Le interesa la estrategia del reciclaje?: Los 11 encuestados respondieron afirmativamente, por lo que los trabajadores y la gerente, si tienen interés con este concepto ambiental. El tema relacionado al reciclaje es importante ya que del mismo se contribuye a la reducción carga de residuos sólidos en un relleno sanitario, a su vez puede ser visto como fuente de recursos económicos.

Pregunta 3. ¿Le interesa el medio ambiente?: Al igual que las preguntas anteriores esta pregunta intentó mostrar criterios acerca de la importancia que tiene el ambiente como raíz principal de la vida para cada uno, además esto incentiva al cuidado y conservación del mismo. 100 % de las respuestas fueron positivas.

Pregunta 4. ¿Está de acuerdo con la siguiente afirmación? “La empresa ecológica ayuda al medio ambiente”: En esta pregunta se realizó la aclaración de que entienda como empresa ecológica aquella que optimiza los recursos con el aprovechamiento de las materias primas, para la elaboración de subproductos, realiza buenas prácticas ambientales en el entorno laboral como la generación de energía, uso del agua, tratamiento de aguas residuales y disminución de emisiones a la atmósfera etc. Con estos antecedentes los trabajadores marcaron las respuestas totalmente acuerdo (5 respuestas) y de acuerdo (6 respuestas), aclarando como un dato positivo de cuáles son los beneficios de catalogar al taller como ecológico.

Pregunta 5. ¿Cree que el ruido es un problema en su área de trabajo?: Esta pregunta se realiza debido a que como actividad industrial, existen equipos y partes que generan ruido y en este caso algunos sectores del taller generan entre 80 y 90 dB, los cuales ocasionan en pequeña escala un grado de dolor de cabeza, estrés e hipertensión. Con la realización de la visita se consta del mismo y 9 trabajadores responden que el ruido les causa problemas al ejercer su labor, pero 2 trabajadores responden NO haciendo notar que, si no se encienden las máquinas no hay producción y generación de ganancias.

Pregunta 6. ¿Siempre permanecen las máquinas y equipos, encendidos y conectados cuando no se están utilizando?: El 91% de los trabajadores deja las máquinas y equipos apagados cuando no se está utilizando, solo una persona del área de diseño deja prendido el equipo por motivo, de la elaboración de diseños digitales y no puede apagarlo a menos que el pedido este completo, para su posterior proceso de RIP en la impresora plotter.

Pregunta 7. ¿Aplicaría mecanismos de producción más limpia en su área de trabajo?: El 100% de los encuestados (11 personas) están dispuestos a aplicar los mecanismos de PML. Esto puede permitir implementar una guía de buenas prácticas ambientales y a su vez implementar mecanismos de producciones más limpias a la actividad con el fin de aumentar la eficiencia y reducir los impactos ambientales. Los trabajadores están dispuestos a colaborar con esta iniciativa del proyecto, aclarando su respuesta en SI aplicaría mecanismos de PML.

Pregunta 8. ¿En el trabajo los/as colegas practican acciones que ayudan al reciclaje, el ahorro de la energía o del agua?: En esta pregunta se trata de ver se en el puesto del trabajador para observar si los demás realizan acciones de reciclaje, ahorro de energía con el apagado de los equipos cuando no se está utilizando etc. Siete trabajadores (64%) anuncian que se realiza esto todos los días, pero también existe una parte contradictoria de 3 personas (27%) que describen “Rara vez” se toma en cuenta estas acciones, una persona 9% alega que algunas veces a la semana

Pregunta 9. ¿Cuál de los siguientes problemas ambientales es el que genera la actividad? (Contaminación del aire, agua-aguas residuales, suelo-residuos sólidos, pérdida de flora y fauna y no existen problemas ambientales): Mediante la respuesta de los trabajadores se describe a la generación de los residuos sólidos como principal impacto al medio, ya que es un daño visible (fundas de basura y cartones) mencionan los trabajadores, uno de los trabajadores detalla que no

existen problemas ambientales y se fundamenta que es poca basura que se genera y todo va al relleno sanitario y no ocasiona un impacto.

Análisis de costos: El proceso productivo desde la compra de insumos y la obtención de los ingresos por la venta de los productos se encuentra a cargo de la gerente. Para el análisis se revisaron los principales egresos e ingresos.

Gastos: Para la realización de los gastos se tomó en cuenta el ciclo de trabajo de cinco días laborales (en una semana de trabajo). La tabla 2 muestra las cantidades necesarias de materias primas e insumos así costo unitario y costo total, el insumo de la tela consta de 1 rollo de 22 kg, los gastos de consumo de energía como se aclaró con la tabla de consumo energético se paga mensualmente \$180, los trabajadores cuentan con el pago básico menos el seguro y en respecto a otros servicios se encuentra a los relacionado al permiso de funcionamiento que se lo realiza cada año. Por su parte la tabla 3 muestra la depreciación de los activos fijos del taller. El total de consumo de materiales y depreciación es de \$6279,64 por cada ciclo de trabajo. El resultado se multiplicó por 4 como un valor al mes dando como resultado del gasto mensual de \$30248,55, a su vez se consideró como gastos el pago de préstamos a bancos y cooperativas, deudas producto de la compra de equipos e insumos necesarios para la producción.

Tabla 2. Matriz de gastos. Consumos de materia prima e insumos, energía, mano de obra, servicios y otros gastos.

Dimensión de la Producción	Número de Ciclos:1 ciclo			
	Duración del ciclo:5 días			
Rubro	Unidad	Cantidad	Costo unitario, \$	Costo Total, \$
Materia Prima e Insumos				
Rollo de papel para impresión	m	5	75	375
Kit de tintas (4 Unidades)	L	1	520	520
Tela Chelsea micro fibra	kg	5	220	1100
Tela Jersey (Algodón)	kg	2	270	540
Tela Piqué	kg	2	320	640
Tela Gaby	kg	2	220	440
Tela lycra de algodón	kg	1	303,6	303,6
Tela Tipo Bioto	kg	2,5	312,5	312,5
Tela Messi	kg	1	220	220
Tela Jersey Spun	kg	1	110	110
Tela pique Spun	kg	1	145	145
Hilo M. Recubridora	m	9	1,25	11,25
Hilo M. Recta	m	10	1,25	12,5
Hilo M. Overlock	m	20	1,25	25
Hilo M. Bordadora	m	10	1,25	12,5
Hilo M. Elasticadora	m	16	1,25	20
Hilo M. Tirrilladora	m	4	1,25	5
Hilo M. Ojaladora	m	2	1,25	2,5

Hilo. M Medias	m	6	8,75	52,5
Cierre chompa	Unidad	75	1	75
Botones	millar	1	3,25	3,25
Elástico medias	m	1	10	10
Elástico reforzado de 4cm (25m)	u	15	8,3	124,5
Caja de agujas	Unidad	5	5	25
Tijeras	Unidad	1	2,5	2,5
Aceite lubricación	L	1	24	24
Tela tipo Ribb	kg	5	5	25
SUBTOTAL				5136,6
Consumo energía eléctrica				
Factura de la actividad	kWh/día	149,8925	0,2	29,9785
SUBTOTAL				29,9785
Talento humano planta				
Trabajadores	salario/semana	10	84,8975	848,975
Seguro trabajadores y Aporte patronal Seguro IESS	salario/semana	10	19,3125	193,125
SUBTOTAL				1042,1
Servicios y otros gastos				
Permiso de funcionamiento	año	1	22	1,83
Botellón de agua 20L	u	4	1,5	6,00
Mantenimiento	Mantenimiento	1	60	60,00
SUBTOTAL				67,83

Tabla 3. Depreciación de activos fijos.

Equipo	Valor, \$	Vida útil, años	Ciclos de vida útil	Cantidad	Depreciación diaria	Costo Total, \$
Impresora (Plotter)	5000	10	2540	1	1,97	1,97
Laptop	350	3	762	1	0,46	0,46
Pc escritorio	1100	3	762	3	1,44	4,33
C. Industrial	250	4	1016	1	0,25	0,25
C. Manual	120	2	508	2	0,24	0,47
Bordadora	10000	9	2286	1	4,37	4,37
Overlock	600	10	2540	5	0,24	1,18
Recta	500	10	2540	5	0,20	0,98
Recubridora	1200	9	2286	3	0,52	1,57

PRODUCCIONES MÁS LIMPIAS EN EL SECTOR TEXTIL MANUFACTURERO ECUATORIANO

Elasticadora	1500	9	2286	2	0,66	1,31
Tirrilladora	800	9	2286	1	0,35	0,35
Ojaladora	5000	10	2540	1	1,97	1,97
Botonera	2000	7	1778	1	1,12	1,12
Tejedora de medias	20000	9	2286	1	8,75	8,75
Motor	80	6	1524	1	0,05	0,05
Sublimadora	15000	9	2286	1	6,56	6,56
Soplador centrífugo	700	6	1524	1	0,46	0,46
Estampadora	1200	6	1524	1	0,79	0,79
Compresor	1400	10	2540	1	0,55	0,55
SUBTOTAL						3,13

Ingresos: Al igual que los gastos se tomó en consideración el ciclo de trabajo de 5 días, con las variables de unidad, cantidad, precio de venta unitario y el ingreso total, en la tabla 4 se describe los productos del taller así como un servicio que se realiza que es el de sublimación. Los ingresos fueron multiplicados por 4 semanas para obtención del valor al mes que fue \$41740.

Tabla 4.- Matriz de ingresos

Dimensión de la Producción	Ciclo de 5 días		
Rubro	Cantidad	Precio Venta, \$	Ingreso Total, \$
Productos terminados			
Camiseta cuello redondo	125	5	625
Camisa polo	105	10	1050
Pantalóneta	95	4	380
Licras	200	8	1600
Camiseta sublimado (Tela piqué)	50	8	400
Camiseta sublimado (Tela de jersey)	50	8	400
Uniformes Ropa deportiva	130	16	2080
Uniformes Escolar	75	41,5	3112,5
Medias (tobilleras y media larga)	295	2,5	737,5
SUBTOTAL			10385
Otros servicios			
Sublimación 10		5	50
SUBTOTAL			50
TOTAL			10435

Ganancia: La ganancia se obtuvo a partir de la diferencia entre los ingresos y los gastos dando como resultado \$11491,45 mensuales, se debe tomar en cuenta que estos valores son descritos si se venden todos los productos y a su vez que el nivel de producción no siempre es el mismo.

Balance de ingresos y gastos: Para la realización del balance se proyectó los ingresos y los gastos a un año de producción, tomando en cuenta que existe mayor producción en los meses de julio y agosto ya que comprende el periodo escolar, y los meses de enero, febrero y septiembre ya que existe demanda de productos de uniforme y ropa deportiva. El gráfico 5 muestra la proyección anual en correspondencia de registros de ventas por meses.

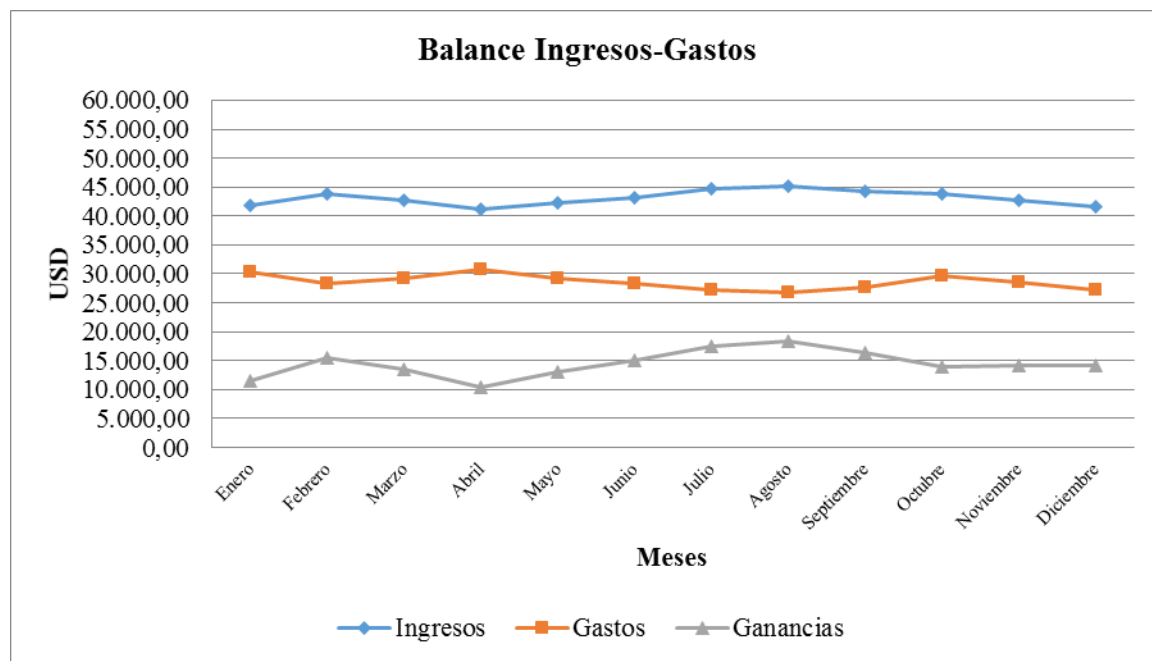


Gráfico 5.- Balance de ingresos-gastos.

Opciones de producción más limpias y descripción

Opción 1. Vender los residuos: En la tabla 5 se muestran los residuos generados en el taller Confecciones Freire, así como el precio referencial a la venta de los residuos en la semana, una aproximación al mes daría como resultado la ganancia o recuperación de \$34,64. No se consideró a los residuos de papel por motivo que se encuentran impregnada de tinta y es difícil encontrar compradores, no obstante representa 47 kg de material residual.

Tabla 5.- Ganancia a la venta de residuos.

Residuos	kg	Precio Referencial, USD	Importe, USD
Corte tela	22,4	0,15	3,36
Producción	12	0,15	1,8
Guaípe M. Medias	2,5	1	2,5
Cartón	0,5	0,4	0,2
Tubos de cartón	2	0,4	0,8
		Total	8,66

El tema de los residuos su gestión es un elemento importante que puede revalorizarse y aportar beneficios económicos, esto ha sido abordado en otros estudios en industrias productoras de alimentos lo que refleja la importancia del reciclaje y la correcta gestión de residuos (Diéguez-Santana, Arteaga-Pérez, Casas Ledon, & Rodríguez Rico, 2013)

Opción 2. Compra de máquina de tejer: Para esta opción se considerará la compra de una máquina adecuada para tejer cuellos y puños, marca Matsuya modelo M100. El nivel de producción de la máquina es 324 cuellos o 648 puños (tiempo: 12 horas y monto de producción: 9 kg). Esta máquina tiene 6 guía hilos para 6 colores y es muy fácil de operar. El precio de la máquina es \$8500. La producción de 8 horas diarias de trabajo es para 216 uniformes. El cuello y par de puños se venden a un dólar la funda, dando como ingreso aproximado de \$6480 al mes.

Opción 3. Ahorro de consumo energía: Para reducir el consumo energético se realizarán capacitaciones al personal sobre buenas prácticas de energía como son: Mantener prendidas las máquinas las horas de uso (Coeficiente de simultaneidad). Apagar las luces y aprovechar la luz natural, limpiar periódicamente los sistemas de iluminación para que no existan obstáculos que disminuyan la intensidad lumínica. Como se muestra en la tabla 6 se tiene un consumo de 821,85 kWh/mes representando \$164,37. Con un ahorro de \$23,11 a la planilla de luz.

Tabla 6.- Optimización del consumo energético.

Elementos	No.	Potencia [W]	Potencia total [W]	Horas / día	Coeficiente simultaneidad	Días / semana	Energía [Wh/día]	Energía [kWh/semana]	Energía [Wh/mes]	Energía [kWh/mes]
Impresora (Plotter)	1	65	65	8	0,33	0,71	122,57	0,61	3677,14	3,68
laptop	1	90	90	8	0,33	0,71	169,71	0,85	5091,43	5,09
PC escritorio	3	200	600	8	0,33	0,71	1131,43	5,66	33942,86	33,94
C. Industrial	1	250	250	3	0,15	0,71	80,36	0,40	2410,71	2,41
C. Manual	2	100	200	8	0,33	0,71	377,14	1,89	11314,29	11,31
Bordadora	1	400	400	8	0,33	0,71	754,29	3,77	22628,57	22,63
Overlock	5	400	2000	8	0,33	0,71	3771,43	18,86	113142,86	113,14
Recta	5	600	3000	8	0,33	0,71	5657,14	28,29	169714,29	169,71
Recubridora	3	550	1650	8	0,33	0,71	3111,43	15,56	93342,86	93,34
Elasticadora	2	400	800	8	0,33	0,71	1508,57	7,54	45257,14	45,26
Tirrilladora	1	550	550	8	0,33	0,71	1037,14	5,19	31114,29	31,11
Ojaladora	1	400	400	8	0,33	0,71	754,29	3,77	22628,57	22,63
Botonera	1	373	373	8	0,33	0,71	703,37	3,52	21101,14	21,10
Tejedora medias	de 1	1000	1000	8	0,33	0,71	1885,71	9,43	56571,43	56,57
Motor	1	380	380	8	0,33	0,71	716,57	3,58	21497,14	21,50

Sublimadora	1	7700	7700	4	0,16	0,71	3520,00	17,60	105600	105,60
Soplador centrífugo	1	200	200	8	0,33	0,71	377,14	1,89	11314,29	11,31
Estampadora	1	2500	2500	4	0,16	0,71	1142,86	5,71	34285,71	34,29
Compresor	1	200	200	8	0,33	0,71	377,14	1,89	11314,29	11,31
Focos tubo lfc	15	18	270	4	0,16	0,71	123,43	0,62	3702,86	3,70
Focos grandes lfc	4	25	100	4	0,16	0,71	45,71	0,23	1371,43	1,37
Focos pequeños lfc	4	15	60	4	0,16	0,71	27,43	0,14	822,86	0,82
Totales							27394,87	136,97	821846,14	821,85

Evaluación del Indicadores dinámicos económicos

Todas las opciones de PML propuestas y analizadas fueron evaluadas para verificar su viabilidad económica de implementación. Para la obtención del monto de inversión se tomó en consideración la compra de la máquina de tejer y los insumos que necesita la misma, para un período de 5 años. La tasa de descuento fue determinada por la ofrecida por el Banco Central de Ecuador para PYMES del 11,25%.

Los valores de la Inversión \$9500 y los ingresos proyectados serían de \$13.248,97. Al realizar el cálculo respectivo, el resultado del Valor actual neto (VAN) fue \$3.748,97 con una Tasa interna de retorno (TIR) del 25,83%. La inversión de puede recuperar a los 35 meses de productividad del taller, la relación costo beneficio proporcionó que por cada dólar invertido se recupera \$1.3946.

Priorización de opciones. Plan de acción: Para la implementación de las opciones de mejora, primero se procedió a describirlas y a su vez son propuestas factibles a la implementación en el taller Creaciones Freire, verificando que solventen los principales puntos críticos que tiene la actividad, entre ellas tenemos la venta de los residuos, la compra de una máquina de tejer (cuellos y puños) y la opción de cómo ahorrar energía. Unido al proceso de la priorización de las opciones de mejora, se realizó el plan de acción el mismo que subsana la necesidad de los residuos sólidos, propone ahorrar el consumo energético y plantea la opción de compra de una máquina de tejer, que no existe en el taller y es necesario para los uniformes escolares y deportivos. En la tabla

Seguimiento: Se implementará al plan de acción el seguimiento de los indicadores, medios de verificación y metas propuestas, mediante listas de chequeo a los componentes de ruido, mantenimiento, limpieza, sistema eléctrico, residuos sólidos etc., que son factibles para la auditoría a la empresa. Igualmente se buscarán nuevos puntos críticos y se efectuarán nuevas opciones de producción más limpia para tener como resultado una mejora continua. La tabla 7 muestra cómo pueden desarrollarse las actividades y el presupuesto del plan de acción.

Tabla 7.- Cronograma de actividades y presupuesto al plan de acción.

Actividad	Mes	Tarea	Presupuesto, \$
1		Clasificación de los residuos	20
2	1	Disponer de un área de recolección	5
3		Pesar los residuos	20
4		Contar con un comprador	5
5	2	Obtener un préstamo bancario	20
6	3	Verificar equipos factibles (vista técnica)	60
7	4	Compra e instalación del equipo	9500
8	5	Capacitar al personal sobre el uso	200
9		Disponer de medidas correctivas	10
10	6	Elaborar afiches y carteles	10
11		Programar temas al mes	5
12		Registrar el consumo de energía	5
Total			9860

CONCLUSIONES

En este trabajo se investigó el comportamiento ambiental de una empresa productora de confecciones textiles. El taller Creaciones Freire, principalmente produce confecciones deportivas y uniformes escolares. Según el análisis de la información de la empresa, los procesos que realizan son el diseño, impresión, corte del molde, corte de la tela, termofijado, producción, acabado, etiquetado, bodega, exhibición y venta. Los resultados proporcionan un conjunto de criterios útiles en términos de identificación de puntos críticos (generación de residuos, ruido, consumo de energía, y riesgo eléctrico) y análisis de flujos totales de consumos y corrientes residuales (86,15 kg de residuos sólidos, 0,63 L de aceites usados y un consumo de energía de 215,42 kWh/semanal).

Se realizó la evaluación económica de tres propuestas de PML y se analizaron los principales impactos ambientales de cada proceso. Se obtuvo como resultado si se realiza la aplicación de las opciones de producción más limpia una ganancia de \$3481,13, por la respectiva venta de los residuos, cuellos y mangas y la optimización de la energía. De acuerdo con los resultados del presente estudio, la empresa involucrada está interesada en implementar propuestas de PML en sus procesos. Las opciones de mejora analizadas son propuestas factibles a la implementación en el taller “Creaciones Freire”, que pueden solventar los principales puntos críticos que tiene la actividad. Finalmente, estudios posteriores deberían realizarse donde se consideren tratamientos a los aceites y políticas de reciclaje efectivas a aplicarse en las condiciones de las provincias amazónicas ecuatorianas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cagno, E., Trucco, P., & Tardini, L. (2005). Cleaner production and profitability: analysis of 134 industrial pollution prevention (P2) project reports. *Journal of Cleaner Production*, 13(6), 593-605. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2003.12.025>

Caiza, D., Chimbo, A., Sarduy-Pereira, L. B., Pisco, W. E., & Diéguez-Santana, K. (2018). Propuesta de producción más limpia en el proceso de elaboración de abonos orgánicos con desechos del camal, realizado en el relleno sanitario del cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, junio.

CEER. (2016). Centro de Eficiencia de Recursos y Producción Más Limpia en Ecuador. Retrieved 29 de julio, 2018, from <https://www.industrias.gob.ec/centro-de-eficiencia-de-recursos-y-produccion-mas-limpia/>

Comercio, E. (2017, 29 de julio de 2018). Sector textil es el segundo de Ecuador que genera más empleo. *El Comercio*.

De-Juan-Vigaray, M. D. (2006). Sector textil-confeccion (I): Evolucion y tendencias en producción y distribución comercial. *Distribución y consumo*, 16(85), 110-120.

Diéguez-Santana, K., Arteaga-Pérez, L. E., Casas Ledon, Y., & Rodríguez Rico, I. L. (2013). Análisis de ciclo de vida y caracterización ambiental en una industria alimenticia. *Revista Centro Azúcar*, 40(52-58).

Dong, L., Li, Y., Wang, P., Feng, Z., & Ding, N. (2018). Cleaner production of monosodium glutamate in China. *Journal of Cleaner Production*, 190, 452-461. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.098>

Fore, S., & Mbohwa, C. T. (2010). Cleaner production for environmental conscious manufacturing in the foundry industry. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 8(3), 314-333. doi: [doi:10.1108/17260531011086180](https://doi.org/10.1108/17260531011086180)

Fresner, J. (1998). Cleaner production as a means for effective environmental management. *Journal of Cleaner Production*, 6(3), 171-179. doi: [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(98\)00002-X](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(98)00002-X)

Glavič, P., & Lukman, R. (2007). Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of Cleaner Production*, 15(18), 1875-1885. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.12.006>

Hasanbeigi, A., Hasanabadi, A., & Abdorrazaghi, M. (2012). Comparison analysis of energy intensity for five major sub-sectors of the Textile Industry in Iran. *Journal of Cleaner Production*, 23(1), 186-194. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.10.037>

INEC. (2010). Censo de población y vivienda 2010. Retrieved from: www.inec.gob.ec/home/

Kocabas, A. M., Yukseler, H., Dilek, F. B., & Yetis, U. (2009). Adoption of European Union's IPPC Directive to a textile mill: Analysis of water and energy consumption. *Journal of Environmental Management*, 91(1), 102-113. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.07.012>

Orozco Crespo, E., Sablón-Cossío, N., Dieguez-Santana, K., & Lomas Rosero, C. Y. (2018). Plan agregado de una empresa textil. Caso de estudio de Imbabura, Ecuador. *UNIANDES EPISTEME*, 5(3), 263-278.

PDOT. (2015). Actualización plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Tena, Napo, Ecuador: GADM Tena.

Ulson de Souza, A. A., Melo, A. R., Pessoa, F. L. P., & Guelli Ulson de Souza, S. M. d. A. (2010). The modified water source diagram method applied to reuse of textile industry continuous washing water. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(12), 1405-1411. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.06.001>

UNEP. (1990). Resource efficiency and cleaner production. Retrieved 27.7, 2018, from <http://www.unep.org/recp/>

Verma, A. K., Dash, R. R., & Bhunia, P. (2012). A review on chemical coagulation/flocculation technologies for removal of colour from textile wastewaters. *Journal of Environmental Management*, 93(1), 154-168. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.09.012>