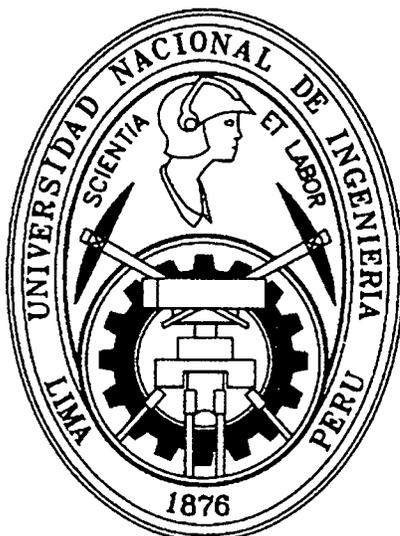


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



REPERCUSIÓN AMBIENTAL DEL AHORRO ENERGÉTICO EN
EL ÁREA DE TINTORERÍA DE UNA PLANTA TEXTIL EN LIMA
METROPOLITANA

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO

PRESENTADO POR

PACHAS LUETIĆ, LJERKA SONIA

Digitalizado por:

PROMOCIÓN 1975-II

A la memoria de mi Padre, mi tía Mélida y mi primo Joško que me alentaron y apoyaron mi vocación al estudio de la Ingeniería.

Entonces están los otros, que mezclan pragmatismo, técnicas, y creatividad en una particularmente potente forma de optimismo – la clase de optimismo que, como Henry Petroski señala en “El Ingeniero Esencial” pone a sus colegas “en una posición de cambiar el mundo – no solamente de estudiarlo.”

Traducido del Artículo, **New Technologies**
Global crisis? Call in the engineers! por
Thomas Hayden, publicado en el Washington
Post el 28 de febrero del 2010.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
PRÓLOGO	1
Capítulo 1: INTRODUCCIÓN	
1.1 Generalidades	3
1.2 Descripción de la Realidad Problemática	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General	
1.3.2 Objetivos Específicos	
1.4 Justificación del Estudio	4
1.5 Importancia del Estudio	5
1.6 Alcance del Estudio	6
1.7 Limitaciones del Estudio	6
Capítulo 2: MARCO LEGAL Y TÉCNICO DEL ASPECTO AMBIENTAL Y ENERGÉTICO	
2.1 Antecedentes Legal y Técnico del Aspecto Ambiental	7
2.2 Antecedentes Legal y Técnico del Aspecto Energético en el Perú	13
2.3 Marco Conceptual Teórico	14
Capítulo 3: SITUACIÓN ACTUAL DE LA TINTORERÍA	
3.1 Generalidades de la Situación Energética del Sector Textil en el Perú	24
3.2 Datos Generales de la Tintorería	24
3.2.1 Descripción de la Operación	
3.2.2 Personal Empleado en la Sección	
3.3 Organización de la Tintorería: Organigrama, Funciones e Infraestructura	25
3.3.1 Organigrama	
3.3.2 Las funciones de cada puesto de la Sección	
3.3.3 Mobiliario e Infraestructura que se administra en la Tintorería	

3.4 Descripción del Proceso Operativo de la Sección Húmeda	28
3.5 Diagrama de Flujo del Proceso Industrial Textil de Teñido	30
3.6 Fases del Proceso Húmedo	31
3.7 Maquinaria Empleada en la Sección Húmeda	36
3.8 Descripción de los Equipos	36
3.9 Auditoria Energética	39
3.9.1 Análisis y Pre-Diagnóstico Energético de la Sección Húmeda	
3.10 Evaluación de Consumos de Energía para teñir 60 TM mensuales de Tela	46
3.10.1 Consumos Promedio de Combustible (Petróleo)	
3.10.2 Consumos Promedio de Energía Eléctrica	
3.10.3 Consumos Promedio de Vapor	
3.11 Evaluación del Consumo de Agua	50
Capítulo 4: PROPUESTA DE UN PLAN DE OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	
4.1 Antecedentes de Eficiencia Energética y Ecoeficiencia en la Industria Textil.	51
4.2 Fases de un Plan de Optimización de La Eficiencia Energética	53
4.3 Factores que intervienen para lograr el éxito del Plan de Optimización de la Eficiencia Energética (EE)	59
4.4 Objetivos del Plan de Optimización de la Eficiencia Energética.	60
4.5 Plan Inicial de Optimización de La Eficiencia Energética.	60
Capítulo 5: BENEFICIOS AMBIENTALES DEL PLAN	
5.1 El Consumo de Energía y la Contaminación Ambiental	80
5.2 Gases de Efecto Invernadero (GEI)	81
5.3 Elegibilidad del Proyecto para Aplicar al Mecanismo De Desarrollo Limpio	83
5.4 Procedimiento para el Cálculo Aproximado de la Reducción de Emisiones que Generaría el Escenario con Proyecto en Comparación con la Línea de Base.	84
5.5 Estimación de la Reducción de las Emisiones de GEI de las Propuestas	86

Propuesta 1: Cambio de Combustibles de Alta Intensidad de Carbono a Combustibles de Menor Intensidad de Carbono.	
Propuesta 2: EE - Ahorro de Energía en el Sistema de Alumbrado.	
Propuesta 3: EE-Ahorro de Energía en el Sistema Eléctrico.	
Propuesta 4: EE-Ahorro de Energía con Mejoras de Eficiencia.	
Propuesta 5: EE-Ahorro de Energía con Mejoras en la Operación (para reducir el Uso de Agua e Insumos) y de Gestión (PC).	
5.6 Reducción de las Emisiones de GEI Estimadas de las Propuestas	100
Capítulo 6: ESTRUCTURA DE COSTOS	
6.1 Gestión Energética y Costos	101
6.2 Evaluación Económica de Recomendaciones (Proyectos de EE)	104
6.2.1 Ahorro de Energía Proyectado	
6.2.2 Beneficio Económico Esperado	
6.2.3 Costo de Implementación y Retorno de Inversión	
6.2.4 Evaluación Económica del Cambio de Combustibles de Alta Intensidad de Carbono a Combustibles de Menor Intensidad de C	
6.2.5 Evaluación Económica de AE en el Sistema Eléctrico	
6.2.6 Evaluación Económica de AE en el Sistema de Alumbrado	
6.2.7 Evaluación Económica de Ahorro de Energía con Mejoras de Eficiencia	
6.2.8 Evaluación Económica de AE con Mejoras en la Operación y de Gestión (PC)	
6.3 Resumen de Beneficio Económico Esperado por Aplicación del Plan	119
Conclusiones	120
Recomendaciones	122
Bibliografía	124
Anexos	

ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS

Figura 2.1: Emisiones de la línea de Base	12
Figura 3.1: Métodos Usuales de Teñido	33
Tabla 3.1: Relaciones de Baño para Máquina Discontinua	34
Tabla 3.2: Producción (TM) vs. Consumo de Combustible (Gls)	46
Gráfico 3.1: Producción (TM) vs. Consumo de Combustible (Gls)	47
Gráfico 3.2: Producción (TM) vs. Consumo de Combustible (Gls)	47
Tabla 3.3: Desglose del Consumo de Energía Eléctrica para Teñir 60 TM de Tela	48
Gráfico 3.3: Consumo de Energía Eléctrica por Equipos	49
Gráfico 3.4: Desglose del Uso Referencial de Vapor	50
Tabla 3.4: Desglose del Consumo de Agua para Teñir 60 TM de Tela	50
Tabla 4.1: Plan Inicial de Mejoras Recomendado para Optimización de la EE de la Tintorería	61
Tabla 5.1: Emisiones por Contaminantes en el Sector Industrial de Perú	80
Cuadro 5.1: Costo de Proyecto MDL-IC del PCF	84
Tabla 5.2: Resumen del Plan de Mejoras para Optimización de la EE de la Tintorería	86
Tabla 5.3: Propuestas de Reducción de las Emisiones de GEI	86
Tabla 5.4: Valores Caloríficos Netos de Productos Refinados de Petróleo y Gas	88
Tabla 5.5: Contenido Promedio de Carbono en Algunos Combustibles	88
Gráfico 5.1: Reducción de Emisiones de CO ₂ por la sustitución de combustibles	90
Tabla 5.6: Estimado de Reducción de Emisiones tCO ₂ e de las Propuestas	100
Tabla 5.7: Beneficios Ambientales de la Propuesta 5	100
Gráfico 6.1: Precio de Combustibles (Lima y Callao)	109
Tabla 6.1: Niveles de ahorro de energía eléctrica posibles con equipos y sistemas eficientes	109
Gráfico 6.2: Consumo de Combustible de Caldera vs Eficiencia	112
Gráfico 6.3: Eficiencia vs Gasto de Combustible en Caldera	113
Gráfico 6.4: Costo de Pérdida de Vapor por Trampas	114
Tabla 6.2: Referencia de ahorro con el reemplazo de una lavadora antigua	118
Tabla 6.3: Referencia Ahorro de Recursos con el Reemplazo de Lavadora	118
Tabla 6.4: Resumen de Beneficios por las propuestas	119
Tabla 6.5: Uso y Costos Porcentual de Energéticos	119

PRÓLOGO

A mi Asesora, a la Empresa Textil, y a mi alma mater, la Universidad Nacional de Ingeniería, expreso mi profundo agradecimiento.

REPERCUSIÓN AMBIENTAL DEL AHORRO ENERGÉTICO EN EL ÁREA DE TINTORERÍA DE UNA PLANTA TEXTIL, título del presente trabajo, formula nuestro principal objetivo: la elaboración de una propuesta para esta área, la más susceptible al ahorro energético en la actividad textil, en base a datos de los fabricantes de las máquinas, información estadística, experiencias en planta, análisis de sistemas, gestión de calidad y de mantenimiento, de modo tal que permita a quienes manejan esta sección, ser conscientes de los costos y las repercusiones ambientales y sociales del uso de la Energía, así como brindar las herramientas necesarias para la realización de diagnósticos, análisis y mejoras energéticas para la reducción de consumos; con lo cual se incrementará la productividad en armonía con la protección del medio ambiente.

A lo largo de esta Propuesta estableceremos la injerencia de la mecánica, especialmente de la termodinámica en la evaluación de los problemas ambientales, íntimamente ligados a lo energético.

En el Capítulo 1: INTRODUCCIÓN describimos la Realidad Problemática, los Objetivos, Importancia, Justificación, Alcance y Limitaciones del presente Estudio.

En el Capítulo 2: ANÁLISIS DE BASES TEÓRICAS se revisan los Antecedentes Legal y Técnico del Aspecto Ambiental en el Marco Global y los Antecedentes Legal y Técnico del Aspecto Energético en el Perú.

Se hace una corta memoria conceptual del Marco Teórico Energético Termodinámico.

En el Capítulo 3: SITUACIÓN ACTUAL DE LA TINTORERÍA, se indican los Datos Generales y Organización de la Tintorería. Se describen el Proceso Operativo de la Sección Húmeda y la Maquinaria usada. A la vez se efectúa el Análisis y Pre-diagnóstico Energético de la Sección Húmeda, evaluando los Consumos de Energía Eléctrica, de Combustible, de Vapor y de Agua.

En el Capítulo 4: PROPUESTA DE UN PLAN DE OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA (EE) se revisan los Antecedentes de Eficiencia Energética y Ecoeficiencia en la Industria Textil, se exponen las Fases de un Plan de Optimización de la EE, los Factores que intervienen para lograr el éxito y los Objetivos del Plan de Optimización. Se presenta la Propuesta del Plan Inicial con la Preparación del Programa de Mejoras.

En el Capítulo 5: BENEFICIOS AMBIENTALES DEL PLAN, se demuestra la relación entre el Consumo de Energía y la Contaminación Ambiental. Explicamos que son los Gases de Efecto Invernadero (GEI). Realizamos el Cálculo aproximado de la reducción de emisiones de GEI del Plan de Ahorro Energético Propuesto cumpliendo las exigencias de Elegibilidad de Proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio, instrumento técnico sustentado por organismos internacionales, que cuenta con las adhesiones y el consenso de instituciones especializadas.

En el Capítulo 6: ESTRUCTURA DE COSTOS se hace una Evaluación Económica de las recomendaciones del Programa de Mejoras de EE, tanto del ahorro de energía proyectado y del beneficio económico esperado.

En base al desarrollo del Proyecto se presentan las CONCLUSIONES a las que se ha arribado y las RECOMENDACIONES consideradas convenientes para obtener los mejores resultados con la aplicación del Plan.

Para finalizar enumeramos la BIBLIOGRAFÍA usada y adjuntamos los ANEXOS pertinentes.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

El consumo de energía produce impactos en el ambiente, como la Contaminación del Aire por la Liberación de Gases y Partículas Tóxicas que se forman durante la combustión; la Acidificación de los Ecosistemas; la Contaminación de las Aguas Marítimas y Depósitos de Agua Dulce; la Destrucción de Hábitats; la Contaminación por Ruido; la Deforestación, y otros. Los científicos concuerdan en que las crecientes concentraciones de emisiones antropogénicas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitidas a la atmósfera de la Tierra, conducen a un Cambio Climático (CC) que se prevé, tendrá efectos negativos sobre la salud de los seres humanos, su seguridad alimentaria, la actividad económica, el agua y otros recursos naturales y de infraestructura física.

1.2 Descripción de la Realidad Problemática

Los patrones actuales de uso de energía han originado un desbalance que tiene un efecto total y acumulativo importante y perjudicial sobre el ambiente. Como toda actividad, la industria textil y dentro de ella la de tintorería, consumen energía, lo que añade una carga a este desbalance.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Reducir la Contaminación Ambiental en el Área de Tintorería de una Planta Textil (Emisiones gaseosas, vertidos líquidos, desechos sólidos, etc.). Se espera contribuir a resolver los retos ambientales que nos presenta la actividad textil en lo que a consumo de energía se refiere,

reduciendo el consumo de combustibles en base a conseguir una mejor eficiencia de las tecnologías que se utilizan, a la Producción Más Limpia y dirigiéndonos al empleo de fuentes de energía renovables.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar Oportunidades de Ahorro Energético y Producción Más Limpia optimizando el consumo de los recursos energéticos Electricidad, Combustibles y el agua.
- Proponer un Plan de Ahorro Energético asequible y de mínimo costo.
- Evaluar la Sostenibilidad de la Prevención de la Polución Mediante el Plan de Ahorro Energético sin desmedro de la Calidad de los Productos y Mejorando la Productividad y Competitividad de la Empresa.

1.4 Justificación del Estudio

El deterioro acelerado de los ecosistemas (Crisis Ecológica: Agotamiento de Recursos, Contaminación con Sustancias Tóxicas y Saturación de Residuos que superan la Tasa de Asimilación Natural) causado por el impacto negativo de actividades humanas, avalado por evidencias, es de tal magnitud de destrucción del equilibrio de los ecosistemas que abre la posibilidad de la desaparición de nuestra especie y de otras formas de vida sobre la tierra.

La Generación de Energía emite el 90% de la contaminación atmosférica. Si las emisiones continúan aumentando al ritmo actual, los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera duplicarían los registros preindustriales y si no se frenan dichas emisiones, el resultado podría ser un "calentamiento de la atmósfera" del orden de 1,5° C a 4,5° C durante los próximos 100 años.

El Beneficio Ambiental de aprovechar la Energía de manera eficiente es una razón por la cual se justifican propuestas como la presente, asequibles de

inmediato y de poca inversión orientadas a la Producción Más Limpia y al Ahorro Energético que contribuyen a mitigar las consecuencias negativas de las emisiones a la atmósfera.

1.5 Importancia del Estudio

El Perú participa y suscribe los acuerdos y tratados para proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, a partir de la equidad y la responsabilidad común diferenciada de acuerdo a las necesidades y las circunstancias particulares, en especial considerando los efectos adversos del CC en los países más vulnerables, como el nuestro.

Uno de los principales objetivos de la Estrategia Global es afrontar el CC dirigiéndose a la Energía y Producción Limpias reduciendo la emisión de GEI.

Si bien son significativos y necesarios los esfuerzos globales, evaluando áreas reducidas se encuentran múltiples oportunidades de Ahorro Energético.

La presente propuesta para el Área de la Tintorería de una Planta Textil, presenta acercamientos a la práctica actual en países desarrollados y está acorde a la crítica coyuntura energética y sus repercusiones ambientales y en el marco de las restricciones económicas ansía contribuir al desarrollo sostenible de esta industria.

El Ahorro de Energía y la EE se constituyen como alternativas que contribuyen a mejorar la competitividad, disminuir las secuelas ambientales (derivados de un menor consumo de energía) y a reducir a lo necesario las expansiones que requiera el sistema energético.

Una mayor Eficiencia en el Uso de la Energía permite mitigar consecuencias negativas sobre el ambiente y obtener beneficios económicos para la empresa: Se mejora la productividad empleando una menor cantidad de energía, se reducen costos de producción y se disminuyen los niveles de contaminación.

1.6 Alcance del Estudio

Proponemos en esta Tesis incrementar la Eficiencia en el Uso De La Energía dentro del área de la Tintorería de una Planta Textil, aplicando la Metodología y el Análisis para cumplir con las exigencias de los organismos internacionales y nacionales rectores de la evaluación de proyectos de inversión ambientales, como si pretendiéramos acceder a obtener los Certificados de Emisiones Reducidas (CER), a través de cuya venta los proyectos de inversión elaborados en países en desarrollo pueden añadir beneficios económicos.

Se propone cuantificar el Ahorro Energético, la mejora ambiental relacionada y se dará un alcance del ahorro económico correspondiente.

1.7 Limitaciones del Estudio.

Los conceptos afines al de Eficiencia Energética desde la perspectiva Ambiental como lo son Producción Más Limpia, Ecoeficiencia, Ecología Industrial, Calidad Ambiental, Prevención de la Contaminación, Diseño para el Ambiente, Minimización de Residuos, Sinergia de Subproductos, Sistemas de Administración Ambiental, hacen que el Alcance de la Propuesta pueda extenderse y enmarañarse, por lo que el tratamiento de EE se restringirá al concepto que se tiene en la práctica de la Ingeniería Mecánica.

No forma parte del Proyecto explicar cómo se van a financiar las mejoras recomendadas en éste.

CAPÍTULO 2

MARCO LEGAL Y TÉCNICO DEL ASPECTO AMBIENTAL Y ENERGÉTICO

2.1 Antecedentes Legal y Técnico del Aspecto Ambiental

La Revolución Industrial cambió para siempre la relación entre el hombre y la naturaleza. Tal vez hacia mediados o finales del presente siglo las actividades del hombre habrán alterado las condiciones esenciales que hicieron posible la aparición de la vida sobre la Tierra.

Un estudio publicado en 1972 "*Los límites del crecimiento*", evidenció los daños al medio y el deterioro de las condiciones de vida sobre el planeta, siendo un punto de inflexión en la aparición de la conciencia de la crisis ecológica que puso de manifiesto la insostenibilidad del actual modelo de desarrollo. Otro informe "*Nuestro futuro común*" conocido como Informe Brundtland dirigido por la que fuera primera ministra noruega Gro Harlem Brundtland en el marco de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) formuló la que sería la primera definición del desarrollo sostenible (1987).

El Cambio Climático (CC) tendrá consecuencias profundas. Al enfrentar el CC provocado por el hombre, tendremos que pensar en términos de siglos, pues algunos de los efectos de las variaciones climáticas se manifestarán al cabo de dos o tres generaciones.

Los siguientes son parte de una serie de acuerdos de la respuesta internacional para hacer frente a este problema (CC):

- **Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático** (IPCC por sus siglas en inglés) fue constituido en 1988 por iniciativa de la Organización Meteorológica Mundial (WMO por sus siglas en inglés) y el Programa de las

Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, UNEP por sus siglas en inglés) con el fin de contribuir a la solución de los problemas que podría generar el calentamiento global. El IPCC conformado por más de 2,000 científicos, provee información respecto del estado del conocimiento en torno del cambio climático, así como reportes e informes técnicos en temas necesarios para el correcto funcionamiento de los organismos de La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

- **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992)** (UNFCCC por sus siglas en inglés) enfoca un problema inquietante: estamos alterando la forma en que la energía solar interactúa con la atmósfera y escapa de ella, y esto modificará el clima a escala mundial. En esta Convención las partes (países que la conforman) se comprometieron a desarrollar, actualizar y publicar inventarios nacionales de GEI; a desarrollar programas para la mitigación del CC mediante la reducción de emisiones y el uso de sumideros; a establecer medidas para la adaptación al CC; a promover y cooperar en el desarrollo de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan la emisión de GEI.

La UNFCCC entró en vigencia el 21.03.1994, realiza reuniones anuales llamadas Conferencias de las Partes (CoPs) y son el órgano supremo de la Convención. Las CoPs fomentan y examinan la aplicación de la Convención y, si procede, reforzará sus disposiciones.

- **Protocolo de Kyoto (PK)**. En Kyoto, Japón, durante la Conferencia de las Partes CoP-3 realizada en diciembre de 1997 los países, conocidos en la UNFCCC como Partes del Anexo I, se comprometieron a reducir su emisión total de seis GEI durante el periodo 2008-2012 hasta al menos 5,2 % por debajo de los niveles de emisión que producían en 1990 (Anexo B del PK). Los países en transición hacia una economía de mercado alcanzarán

objetivos cuantificables de reducción de emisiones. El tratado vela por que todo sacrificio realizado sea compartido de manera equitativa entre los países, de conformidad con sus "responsabilidades comunes pero diferenciadas sus capacidades respectivas, así como sus condiciones sociales y económicas". La atmósfera es un recurso común que forma parte del "patrimonio de la humanidad".

El PK entró en vigor el 3 de noviembre del 2004 con la ratificación por la Federación Rusa. Las partes que habían ratificado o aceptado el Protocolo, representaban en 1990 el 61,6 % de las emisiones de dióxido de carbono. Se pretende en Copenhague (finales del 2009) un acuerdo más amplio que el de Kioto, que comprometa a todos los países a una reducción de los GEI.

El Protocolo estableció tres mecanismos para asistir a las Partes del Anexo I en el logro de sus objetivos nacionales. El tercero, llamado Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), es el **único que involucra a países en desarrollo.**

- **Acuerdos de Marrakech (CoP7)**. En Marrakech, noviembre del 2001 se presenta el proyecto del Mecanismo de Desarrollo Limpio con el anexo sobre Modalidades y Procedimientos, en concordancia con el artículo 12 del PK.
- **El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)** permite a proyectos de inversión, elaborados en países en desarrollo, que mitiguen la emisión o secuestren GEI de la atmósfera puedan obtener beneficios económicos adicionales a través de la venta de Certificados de Emisiones Reducidas (CERs)¹.

El MDL representa una oportunidad de añadir valor ambiental a las inversiones en proyectos de generación de energía, gestión de residuos, transporte, desarrollo forestal.

¹ CER: unidad de reducción de emisiones de GEI generada y certificada bajo el MDL. Representa una tonelada de CO₂e dejada de emitir a la atmósfera.

Son requisitos para participar en el MDL:

- Que el país anfitrión del proyecto haya ratificado el PK y
- Designado a la Autoridad Nacional MDL para que apruebe los proyectos en función de su contribución al desarrollo sostenible del país.

El Perú cumple estos requisitos:

Suscribió el PK el 13/11/98, lo ratificó el 12/09/02 entrando en vigencia el 16/02/05 y,

El Fondo Nacional del Ambiente (FONAM) es el ente encargado de promover la inversión en proyectos ambientales: Identifica, estructura y actualiza la cartera de proyectos Peruana que disminuyan las emisiones de GEI elegibles en el marco del MDL, asesora a los desarrolladores de proyectos durante el ciclo de estos, apoyándolos hasta concretar la venta de los CER, constituyéndose en la Autoridad Nacional del MDL.

- **Nota de Idea de Proyecto** (PIN por sus siglas en inglés) es el documento usado para evaluar la factibilidad de los proyectos MDL.

Lo propuesto para La Tintorería de una Planta Textil no es de la magnitud de un proyecto MDL, pero cumple con las exigencias de elegibilidad, por lo que usaremos Cuadros y demás datos para el desarrollo de esta tesis, elaborados para este fin. El formato PIN exige:

1. Presentar un cálculo aproximado de la reducción de emisiones que generaría el escenario con proyecto en comparación con el escenario sin proyecto, o línea de base.
2. Explicar cómo se va a financiar el proyecto.
3. Evaluar el impacto ambiental y económico.

Y que, el proyecto se encuentre en alguna de las 7 categorías elegibles:

1. Uso de fuentes de energía renovables; 2. Cambio de combustibles de alta intensidad de carbono a combustibles de menos intensidad de carbono; 3.

Eficiencia Energética; 4. Combinación de generación de calor y electricidad; 5. Forestación y reforestación; 6. Proyecto en el sector transporte; 7. Reducción de emisiones de rellenos sanitarios y otros medios de disposición final de residuos.

- **El Estudio de la Línea de Base (LB), Adicionalidad y Protocolo de Monitoreo** La Línea de Base (LB), según UNFCCC, es definida como «el escenario que razonablemente representa las emisiones antropogénicas por fuentes de GEI que ocurrirían en ausencia de la actividad del proyecto propuesto». La LB también es definida como el escenario «Business as Usual», aquel esperado del sector con las prácticas usuales o las opciones económicamente viables. El propósito del Estudio de Línea de Base es proveer información consistente de qué es lo que hubiera ocurrido en ausencia del proyecto en términos de emisiones, así como proveer información sobre la estimación de reducción de emisiones del proyecto.

El Estudio de Línea de Base consiste en:

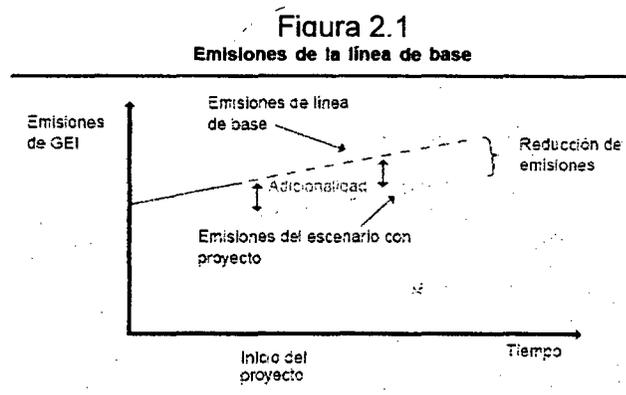
- a) La descripción de las características del proyecto.
- b) La definición de los límites del proyecto.
- c) Una LB de emisiones (pronóstico del escenario Business as Usual).
- d) Una evaluación de las emisiones del proyecto.
- e) El análisis de fugas.
- f) El cálculo de emisiones reducidas.

En los acuerdos de Marrakech se formulan tres enfoques para fijar la LB:

- a) Emisiones actuales existentes o históricas.
- b) Emisiones de la tecnología con curso atractivo de acción, tomando en cuenta las barreras a la inversión.

c) Emisiones promedio en los últimos 5 años de actividades similares al proyecto, en sus circunstancias sociales, económicas, ambientales y tecnológicas con desempeño en el 20% superior de su categoría.

El Estudio de Línea de Base debe probar que la actividad del proyecto trae como resultado un menor volumen de emisiones de GEI y que las reducciones de emisiones son adicionales a aquellas generadas por la LB.



Fuente: Cuadro EcoSecurities.

- **Adicionalidad.** Es uno de los principios establecido como criterio en el PK para evaluar el desplazamiento de emisiones de GEI en los proyectos, requisito para la Implementación Conjunta (IC) y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Asegura que las emisiones de carbono reducidas que el proyecto genere sean el resultado de acciones intencionadas para ese fin, y no de acciones no identificadas previamente que de todas maneras iban a ocurrir bajo circunstancias normales, aun sin la existencia del proyecto.
No es mandatorio para proyectos que presentan nuevas metodologías.
- **Producción Más Limpia (PML).** El PNUMA introduce el concepto en 1989. En 1992 se aborda en la Agenda 21 (Plan de acciones acometidas a nivel mundial, nacional y local por entidades de la ONU, gobiernos de sus estados miembros y por grupos particulares en las áreas en las cuales ocurren impactos humanos sobre el ambiente, 21 hace referencia al siglo XXI).

PML es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, a los productos y a los servicios para aumentar la eficiencia total y reducir los riesgos a los seres humanos y al ambiente. Esta estrategia involucra típicamente la modificación de procesos de producción, usando un acercamiento de Análisis de Ciclo de Vida, y resultando en resolver las necesidades del cliente con los productos y servicios más ambientalmente compatibles. La PML brinda ahorros económicos tangibles y beneficios financieros en el manejo energético de las industrias y es una herramienta en el perfeccionamiento empresarial.

Conceptos paralelos a PML son: Prevención de la Polución (PP) o contaminación, minimización de residuos, ecoeficiencia, productividad verde.

- **Prevención de la Polución (PP)**. Para chequear programas de PP se debe:

Entender los procesos.

Identificar las oportunidades de Ahorro.

Hacer las consideraciones de Costo.

Identificar e Implementar los Proyectos seleccionados.

Evaluación del Proyecto y del Programa.

Sostenibilidad del Programa de Prevención de la Polución.

2.2 Antecedentes Legal y Técnico del Aspecto Energético en el Perú

El Gobierno aprobó el reglamento de la Ley N° 27345, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, promulgado el 8 de septiembre de 2000, en el que se declara de interés nacional la promoción del consumo de energía eficaz, para "asegurar el suministro, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía y reducir el impacto ambiental negativo del consumo de energéticos" y se señala las facultades que tienen las autoridades competentes para cumplir con este objetivo.

El reglamento, sancionado el 23 de octubre del 2007 por el DS N° 053-2007-EM insta el 21 de octubre como el Día Nacional del Ahorro de Energía, e insta a la “Formación de una cultura de uso eficiente de la energía”, para lo cual se ha procedido a la “Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético”, cuyo objetivo es establecer los procedimientos y/o metodologías para orientar, capacitar, evaluar y cuantificar el uso racional de los recursos energéticos en todas sus formas, para su aplicación por los consumidores finales en los diferentes sectores de consumo de energía de nuestro país, crear una cultura del uso eficiente de la energía de competencia del Ministerio de Energía y Minas (MEM).

En el reglamento se formulan las disposiciones para promover el Uso Eficiente de la Energía en el país, Regulan aspectos referidos al planeamiento y la difusión de este uso eficiente, el derecho a la información y nuevas oportunidades de empleo que crea la norma.

El MEM emprenderá programas de uso eficiente por sectores: residencial, productivo y de servicios, público y transporte.

2.3 Marco Conceptual Teórico

- **La Energía (E)** es la propiedad de los cuerpos manifiesta por su capacidad de realizar un cambio. En física, se define como la capacidad para realizar un trabajo. Los cuerpos poseen energía debido a su movimiento, composición química, posición, temperatura, masa, etc. En las diversas disciplinas se dan varias definiciones de energía, todas coherentes y complementarias entre sí, relacionadas con el concepto de trabajo: El calor es una forma de energía, la Energía Electromagnética se compone de Energía Radiante, Energía Calórica y Energía Potencial Eléctrica y así.

- **La Energía Solar**, fuente de toda energía en el sistema climático de la Tierra, llega en forma de radiación de onda corta, la mayor parte pasa directamente a través de la atmósfera para calentar la superficie de la Tierra. Esta energía es redistribuida por procesos de acción recíproca (como la radiación, las corrientes de aire, la evaporación, la formación de nubes y las lluvias, por las circulaciones atmosférica y oceánica). A su vez, la atmósfera absorbe radiación terrestre que se desprende de la superficie, transporta dicha energía a sus altas esferas. En altitudes superiores y temperaturas más bajas vuelve a emitirla y se libera nuevamente al espacio en forma de radiación infrarroja, de longitudes de onda más largas.
- **El Balance de Energía del Sistema Climático**, calculado como promedio de todo el planeta y a lo largo de extensos períodos, debe mantenerse en equilibrio. Esto significa que, la cantidad de radiación solar incidente debe ser, en promedio, igual a la suma de la radiación solar reflejada saliente y la radiación infrarroja saliente emitida por el sistema climático. Cualquier factor que altere la radiación recibida del Sol, o la redistribución de energía dentro de la atmósfera y entre atmósfera, tierra y océano, puede afectar el clima.
- **El Forzamiento Radiativo** (FR) es una medida de la influencia que un factor ejerce en la modificación del equilibrio entre la energía radiativa neta entrante y la saliente para el sistema Tierra-Atmósfera, y es un índice de la importancia del factor como mecanismo potencial del CC. Se expresa en vatios por metro cuadrado (Wm^{-2}). La variación en la energía solar es un agente de FR. Cualquier perturbación del balance de radiación mundial, por causas naturales o inducidas por el hombre, será FR.

Los forzamientos radiativos positivos calientan la superficie de la Tierra y la atmósfera inferior. Los FR negativos las enfrían.

La atmósfera por millones de años absorbe gran parte de la radiación infrarroja que emite la Tierra debido a la presencia de GEI producidos naturalmente: vapor de agua, dióxido de carbono, ozono, metano y óxido nítrico, que impiden que la energía pase directamente de la superficie terrestre al espacio. Por fortuna existe este proceso indirecto, pues si la superficie de la Tierra irradiara libremente la energía, nuestro planeta sería un lugar frío y sin vida. (El vapor de agua es el gas termoactivo más importante, pero las actividades del hombre no lo afectan directamente).

A mayor concentración de emisiones de GEI se refuerza el efecto invernadero, aumenta la capacidad de la atmósfera para absorber la radiación infrarroja y se reduce la eficiencia con la cual la superficie de la Tierra irradia energía al espacio, alterando la forma en que el clima mantiene el equilibrio entre la energía incidente y la irradiada produciéndose un FR positivo. La cantidad de FR depende de la magnitud del aumento en la concentración de cada GEI natural, de la de otros GEI presentes en la atmósfera, de las propiedades radiativas de los gases en cuestión. (Muchos GEI permanecen en la atmósfera durante siglos después de haber sido emitidos, introduciendo un compromiso a largo plazo de FR positivo). De no registrarse ningún otro cambio, la duplicación de la concentración de GEI de larga vida pronto reduciría en 2 % la proporción de energía que nuestro planeta emite al espacio. La energía no puede acumularse sin más: el clima deberá adaptarse para deshacerse de ese excedente. Si bien un 2 % puede no parecer mucho, tomando a la Tierra en su conjunto, equivale a retener el contenido energético de 3 millones de toneladas de petróleo por minuto.

- **El valor absoluto de la Irradiancia Solar Total (IST)** espectralmente integrada que incide sobre la Tierra no excede, que se sepa, de unos 4 Wm^2 , pero las observaciones satelitales desde fines de los años setenta

muestran relativas variaciones en los últimos dos ciclos de 11 años de actividad solar de alrededor del 0,1%, lo cual es equivalente a una variación en el forzamiento radiativo de alrededor de $0,2 \text{ Wm}^{-2}$. Antes de esas observaciones satelitales, no se disponía de mediciones directas fidedignas de la Irradiancia Solar.

- **La Ecología** es la ciencia que estudia los seres vivos, su distribución, abundancia, las interacciones entre los organismos, los procesos que influyen en las interacciones entre los organismos, y cómo las propiedades son afectadas por la interacción entre los organismos y su ambiente así como la transformación de los flujos de energía y materia. El ambiente incluye las propiedades físicas descritas como la suma de factores abióticos locales, como el clima y la geología, y los demás organismos que comparten ese hábitat (factores bióticos). Aporta también una interpretación de la evolución, entendida esta como el resultado de las interacciones basadas en la adaptación al ambiente y la herencia genética. (Haeckel en 1866 uso por vez primera el término "oekología" para sustituir a la palabra biología).
- **La Termodinámica** es la disciplina que más ha contribuido a la ecología, como ciencia estudia la energía, incluye todos los aspectos de esta, sus transformaciones y las relaciones entre las propiedades de la materia. Si la ecología ha contribuido a comprender las formas y las reglas de los seres vivos, la termodinámica nos hace comprender las leyes de la fuente de la vida y de la materia: la energía. La termodinámica nos muestra una representación de la naturaleza, de la vida y de la energía marcada por la finitud, la irreversibilidad y el coste y degradación inevitablemente unida al cambio y al movimiento.

- **La Primera Ley de la Termodinámica (PLT)** asevera que la energía es una propiedad termodinámica y que durante una interacción, puede cambiar de una forma a otra, pero la cantidad total de energía siempre permanece constante (conservación de la energía). En su definición más generalizada la PLT dice: "La energía ni se crea ni se destruye solo se transforma". Para entender esta formulación de la PLT describiremos los tres tipos de sistemas posibles en cuanto al intercambio de materia y energía con el ambiente.
- **Sistemas Abiertos**, intercambian materia y energía con el ambiente, así se comportan mucho los ecosistemas naturales. Hay que calcular la energía que entra y sale en las masas de materia.
- **Sistemas Cerrados**, intercambian energía y no materia, este es el caso del planeta tierra. Sólo se cuentan las cantidades de calor y de trabajo intercambiado y las variaciones de la energía interna, cinética y potencial.
- **Sistemas Aislados**, no intercambian ni materia ni energía, se trata de sistemas artificiales creados en laboratorio.

Para un sistema cualquiera, la energía que entra (E) es igual a la energía que sale (E') más la variación de energía (V) dentro del sistema ($E = E' + V$).

La PLT refleja el aspecto cuantitativo de la energía pero no da cuenta de aspectos cualitativos en la transformación del calor en trabajo y del trabajo en calor. Hay procesos que tienen lugar en una dirección pero son imposibles en la dirección inversa. La energía que hemos proporcionado en forma de trabajo eléctrico al llegar a una resistencia produce calor pero ese mismo proceso a la inversa: el calor de la resistencia no es capaz de producir trabajo eléctrico. De igual modo si colocamos dos sistemas a diferente temperatura, sabemos que pasa calor del de mayor temperatura (disminuyendo así la energía interna) al de menor temperatura (aumentando

la energía interna) pero este mismo proceso de transformación y de transferencia no es posible en sentido inverso de manera espontánea: dos sistemas a igual temperatura no se modifican la energía interna uno al otro de forma espontánea. Estos ejemplos no son explicables a partir de la PLT. Estas limitaciones de la PLT para analizar un sistema específico: no proveer información acerca de la dirección en la cual los procesos pueden ocurrir espontáneamente (reversibilidad de los procesos termodinámicos), no informar acerca de la capacidad de los procesos termodinámicos para convertir calor en trabajo mecánico en forma eficiente hizo necesario derivar un principio experimental denominado Segunda Ley de la Termodinámica.

- **La Segunda Ley de la Termodinámica (SLT)** establece que todas las transformaciones o conversiones de energía son irreversibles. En cada transformación se produce un cierto grado de pérdida o degradación de la energía disponible. La degradación es un indicador cualitativo pues se pierde energía disponible para la producción de trabajo. La SLT explica la diferencia en calidad entre diferentes formas de energía y cómo algunos procesos pueden ocurrir espontáneamente, mientras otros no.

La energía térmica asociada a una alta temperatura se degrada cuando esta es transferida a un cuerpo a baja temperatura. La SLT se confirma a través de evidencias experimentales, como por las leyes físicas de la naturaleza; y es útil para entender los aspectos termodinámicos de sistemas reales a través del uso de sistemas ideales. El objetivo en el análisis de un sistema utilizando los principios de la SLT es reconocer las irreversibilidades, evaluar su influencia y desarrollar medios efectivos para reducirlas.

- **La Entropía (S)** es una magnitud termodinámica que mide la degradación de la calidad (u orden) de la energía que se produce en cada proceso de

transformación de esta; es una medida del desorden molecular dentro de un sistema, concluyéndose que un sistema posee un alto grado de desorden molecular cuando tiene un alto valor de entropía, propiedad que está ligada a la temperatura como variable de medición.

La irreversibilidad de un proceso está asociada al incremento en la generación de entropía (tendencia a la degradación) del sistema. En un sistema aislado la entropía es creciente e irreversible y la muerte térmica ineludible. Si interpretamos el universo como un sistema aislado, la entropía de este es creciente, irreversible y fatal. Entropía es la tendencia que los sistemas tienen al desgaste, a la desintegración, al relajamiento de los estándares y al aumento de la aleatoriedad. A medida que la entropía aumenta, los sistemas se descomponen en estados más simples. La segunda ley de la termodinámica explica que la entropía en los sistemas aumenta con el correr del tiempo. Pero dentro de un sistema cerrado o abierto hay una posibilidad de dar vuelta al proceso entrópico.

Trasladando el concepto a medida que aumenta la información, disminuye la entropía, pues la información es la base de la configuración y del orden. Si por falta de comunicación o por ignorancia, los estándares de autoridad, las funciones, etc. de una organización pasan a ser abandonados, la entropía aumenta y la organización se va reduciendo a formas más simples y rudimentarias. De ahí el concepto de negentropía o sea, la información como medio o instrumento de ordenación del sistema.

- **La Negentropía** consiste en disminuir la entropía interior del sistema aumentando la entropía exterior del ambiente (expulsar entropía hacia fuera). Esto hacen las plantas por medio de la fotosíntesis. Es negentropía local, puede resultar efectiva para el mantenimiento de sistemas locales cerrados o abiertos. La irrupción de la ecología como ciencia, de la crisis ecológica

como horizonte problemático y del ecologismo como movimiento social; introducen en la visión del mundo el concepto de sostenibilidad.

- **La Sostenibilidad** consiste en gran medida en imitar estos sistemas naturales de producción de negentropía aplicándolos a sistema socio-tecnológicos (fotosíntesis industrial).
- **El Principio de Responsabilidad** (central de la ética ecológica) es la obligación moral de hacernos cargo de las consecuencias de nuestras acciones, ser capaces de prever y evitar los efectos destructivos del presente sobre las generaciones futuras, dejar de considerar el progreso del hombre como una cuestión de imponernos a nuestro medio natural. El mito del progreso representa lo contrario, nubla la comprensión del futuro y elude la responsabilidad sobre el presente. El mundo, es decir, el clima y todos los seres vivos, es un sistema cerrado: todo lo que hacemos tiene repercusiones que en última instancia nos afectarán.
- **La Entalpía (H)** es una medida de la cantidad de energía absorbida o cedida, numéricamente igual al calor, durante una transformación isobárica (a presión constante) que un sistema termodinámico puede intercambiar con su entorno, (teniendo en cuenta que todo objeto conocido puede ser entendido como un sistema termodinámico).
- **Exergía (Ex)** es una propiedad termodinámica, función del sistema como del ambiente, cuando se analizan procesos reales (irreversibles), que proporciona el máximo trabajo útil de un fluido o masa, obtenido a partir de un desequilibrio de una forma de energía dada respecto a un sistema de referencia, que es el entorno (asumido infinito y en equilibrio a una presión, temperatura y composición química definida) cuyo valor puede ser calculado

en cualquier punto del sistema a partir de otras propiedades conocidas determinadas mediante un balance de energía convencional.

Desde un criterio ecológico la exergía es un indicador relevante pues mide el volumen de energía (calor) de baja calidad que es emitido al ambiente y que al estar disponible para su reutilización se torna contaminante, determina de forma cuantitativa el valor termodinámico de cualquier recurso y permite analizar con rigor el desperdicio de los recursos en las actividades de una sociedad, estableciendo pautas cuantitativas para su ahorro y uso eficiente. La exergía es el grado de energía del total de energía introducido en un sistema que es utilizable o disponible en forma de calor.

De la misma forma en que se analiza un sistema abierto (volumen de control) en un balance de energía, aplican los mismos criterios a los balances de exergía. En ambos, tres tipos de transferencia de energía atraviesan la superficie de control: Transferencia de Trabajo, Transferencia de Calor, Transferencia de Energía asociada a la Transferencia de Masa. La diferencia entre los balances de exergía y energía está en que el balance de energía establece la ley de conservación de energía, mientras que el de exergía formula la ley de degradación de la energía. En Resumen:

$Ex=(H-H_0)-T_0(S-S_0)$ donde o , condiciones iniciales; T , temperatura.

- **La Anergía (Ag)** es la porción de la energía total, de la cual no es posible la obtención de ningún trabajo: $Ag=E-Ex$. Todas y cada una de las transformaciones que ocurren en un proceso, se efectúan únicamente en el sentido $Ex \rightarrow Ag$, nunca en sentido inverso.

Las dos leyes de la termodinámica implican una serie de constantes de la energía aplicables también a la materia viva:

1. La finitud de la energía y de los recursos naturales (conservación).
2. La irreversibilidad de las transformaciones energéticas y de los proceso de cambio de los seres vivos.
3. La entropía; la pérdida que se produce en todo de todo proceso de transformación de la energía y de la materia viva en general. (la tasa decreciente marginal).

CAPÍTULO 3

SITUACIÓN ACTUAL DE LA TINTORERÍA

3.1 Generalidades de la Situación Energética del Sector Textil en el Perú

La electricidad y los combustibles fósiles, se han constituido en las fuentes básicas de abastecimiento energético para la industria textil en general. Por las características particulares de los procesos productivos, el consumo de energía puede variar de una planta a otra.

En el Perú, el consumo de energía eléctrica en el sector industrial (incluido el textil) durante el año 2007 ha remontado a 7'088,093 MW.h. (MEM-DGE).

En el sector textil en Perú, de acuerdo con la Guía N° 03: "Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético Sector Textil", elaborada por la Dirección General de Electricidad del MEM en Mayo del 2008, los equipos de las secciones de tintorería y acabados, consumen el 50 % de Energía Térmica de una planta textil integrada y el 25% del Consumo de Energía Eléctrica.

Según la referida fuente, se ha observado una capacidad de ahorro en facturación en un promedio que oscila entre 4% - 11% en cuanto a energía eléctrica, y 8% - 18% en energía térmica, rangos referenciales que varían de acuerdo al tamaño de la instalación, características del proceso y a la política de gestión de energía en la planta. Estos ahorros de energía presentan retornos de inversión de entre 1 y 3 años.

3.2 Datos Generales de la Tintorería

La Tintorería forma parte de una empresa textil integrada ubicada en Lima.

La producción es destinada al mercado local y al de exportación siendo el promedio histórico anual de 60,000 toneladas métricas de tela plana de algodón

y polialgodón (mezclas de algodón con poliéster) de diversos anchos (Ancho Promedio: 1.60 m; Densidad Promedio Tela: 0.35 Kg/m²). Esta producción ha disminuido notoriamente desde fines del 2007 a fines del 2009.

3.2.1 Descripción de la Operación.

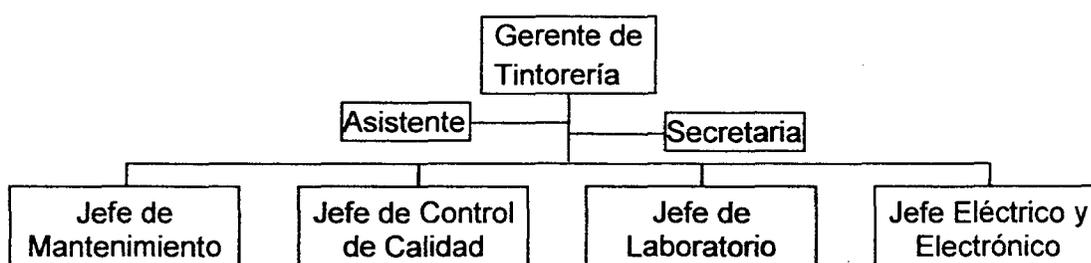
Hasta el año 2007, la operación de la sección era de 2 turnos diarios de 12 horas, durante 6 días a la semana. Debido a la baja de pedidos ha cambiado a 2 turnos diarios durante 4 días a la semana. Las operaciones de producción se realizan en línea, siendo cada una de ellas parte de la cadena integrada. La sección Húmeda es aprovisionada con telas provenientes de la sección de Telares de la empresa.

3.2.2 Personal Empleado en la Sección. Laboran 25 trabajadores, 20 en planta y 5 en administración. Algunas jefaturas y secretariado se comparten con otras secciones. En la Tintorería se encuentran distintos tipos de operarios, acorde al tipo de trabajo que realizan: a. Operarios para máquinas, b. Operarios manuales, c. Supervisores.

3.3 Organización de la Tintorería: Organigrama, Funciones e Infraestructura

La organización de la tintorería se basa en competencias técnicas, después del Gerente vienen las Jefaturas Especializadas, siendo estas las siguientes: Jefe de Mantenimiento, Jefe de Laboratorio, Jefe de Control de Calidad, Jefe Eléctrico y Electrónico. Cada una de las jefaturas cuenta con un responsable.

3.3.1 Organigrama



3.3.2 Las funciones de cada puesto de la Sección son:

GERENTE. Es el cargo de más alta jerarquía y su labor consiste en:

Coordinar con el Gerente General, el Gerente de Planta y el Ingeniero de Mantenimiento, la atención de los requerimientos de producción y las fallas registradas que no se puedan solucionar en la Tintorería.

Autorizar y efectuar el seguimiento a las compras de materiales y repuestos vigilando que se realicen a través del área de Logística.

Efectuar inspecciones a las labores de las jefaturas.

Aprobar las órdenes de trabajo y efectuar el cierre de las mismas.

Establecer acciones correctivas o preventivas para el mejoramiento en función de la evaluación de las no conformidades detectadas.

Evaluar los indicadores de Gestión y disponer su seguimiento.

Asegurar se actualice la información de mantenimiento, inventarios, etc.

Evaluar los informes que remiten las diversas Jefaturas.

Programar el mantenimiento, en coordinación con la Gerencia de Planta.

Efectuar modificaciones de las actividades para la gestión de la Sección.

SECRETARIA. Se le encomienda:

Recibir y tramitar la documentación de la sección: Presupuestos, cartas, cotizaciones, Facturas, Informes, Planos, Comunicados, etc.

Elaborar cartas, comunicados, faxes, órdenes de atención para almacenes, requisiciones de servicio, requerimientos de compra, etc.

Contestar llamadas telefónicas, recibir mensajes y dar encargos, coordinar citas, reuniones, etc.

Comunicarse con las Jefaturas y otras Gerencias para la coordinación de actividades de la Gerencia de Tintorería.

ASISTENTE. Su tarea radica en:

Llevar control estadístico de los datos de producción, consumo, mantenimiento, frecuencias de fallas, costos, repuestos, etc.

Analizar los datos del Control estadístico.

Controlar el stock de repuestos y materiales en el Almacén.

Hacer seguimiento de las compras de materiales por Caja Chica.

Mantener el inventario de planos, catálogos, información técnica, etc.

JEFES TÉCNICOS. Son responsables en su especialidad.

Reportar al Gerente lo referente a su especialidad.

Programar y controlar la gestión de su especialidad.

Llevar registros referidos a su especialidad.

Establecer prioridades de atención en coordinación con el Gerente de Tintorería.

Elaborar las órdenes de trabajo, coordinar y llevar a cabo las actividades de su especialidad.

Solicitar los materiales y recursos necesarios para realizar las acciones, tratar con talleres, contratistas y hacer el seguimiento correspondiente.

Verificar inventarios en el Almacén y hacer el seguimiento de las compras.

Verificar la operatividad de los sistemas, componentes, etc. que han sido provistos por contratistas, según la especialidad y emitir la conformidad.

Presentar informes periódicos sobre la gestión según su especialidad.

Tintoreros, lavador de tela. Se encargan de la producción determinada por el jefe del departamento, asegurando calidad en el proceso realizado.

Actividades básicas: Revisar la tarjeta, donde indica la producción requerida, Colocar el material a procesar, Hacer las mezclas, Cumplir con la producción establecida, asegurando la calidad del proceso.

Secadores. Según lo indicado en la tarjeta que trae el rollo de tintorería, Colocan el rollo, Hacen las mezclas y cumplen con la producción señalada asegurando la calidad del proceso que están realizando.

Revisadores y dobladores. Conocer las fallas que pueda tener la tela, para que al revisar puedan distinguir los tipos de fallas. Revisar detenidamente cada rollo de tela. Anotar las fallas que pueda tener la tela en los registro. Cortar la tela donde encuentre la falla. (dobladores)

3.3.3 Mobiliario e Infraestructura que se administra en la Tintorería.

El Área de Tintorería tiene recursos e infraestructura, similar a la que usualmente cuentan otras empresas textiles: Taller de Reparaciones, Laboratorio de análisis, Camioneta para la Gerencia.

Cada jefatura tiene su Oficina equipada con: escritorios, mesa de reuniones, pizarra, sillas; computadora, Internet, intranet, Catálogos y manuales, Impresora; Equipos de comunicación: radio, nextel, celulares, Líneas telefónicas directas, etc. Cuentan también con: Biblioteca con manuales, catálogos, Planoteca, archivadores; Instrumentos Varios según especialidad: Tacómetro, indicador de Temperatura, etc.; Apoyo para el despacho y movimientos varios a efectuar; Disponibilidad de caja chica para compras locales, Cámara fotográfica digital.

3.4 Descripción del Proceso Operativo de la Sección Húmeda

Luego de la Recepción de Telas Crudas (Telas Tejidas en los telares) se inicia el proceso en la Sección Húmeda siguiendo las fases de Preparación, Teñido y Acabado Textil.

Para obtener un teñido de calidad, uniforme de lado a lado y de extremo a extremo es importante un proceso previo de limpieza de impurezas para el caso del algodón. Se le debe descruar y blanquear con un pH residual de 7 o ligeramente menor, y emplear un buen detergente optimizando su

concentración. El tejido no debe contener álcali residual, almidón, ni ninguna otra sustancia que interfiera con la uniformidad de la absorción o la posterior solidez del color. Debe exprimirse rápida y uniformemente y prepararse el secado también de manera uniforme. Resulta ventajoso formar lotes de teñido con material que haya sido preparado junto para evitar variaciones de matiz al interior de un lote de teñido.

En el proceso de teñido, se emplean sustancias auxiliares que facilitan la operación y que contribuyen al estándar ideal de calidad. Algunas de las más importantes que intervienen en el proceso de teñido son:

Hidrosulfito. Su consumo depende del color requerido, temperatura y proporción del baño, y de la acción que el oxígeno ejerce durante el proceso de tintura. Cuando se operan equipos cerrados, el consumo se reduce en un 5% a 10% y es mayor en barcas de torniquetes, a temperaturas elevadas o en lugares expuestos a corrientes de aire. En sistemas de barca abierta, para economizar Hidrosulfito e impedir que se produzca oxidaciones, conviene trabajar con barras en "U".

Soda Cáustica. Se puede optimizar los ciclos de producción cuando se emplea a diferentes Grados Baumé, para re-utilizarse en varios baños. Se puede recuperar empleando evaporadores y filtros para reintegrarla al proceso.

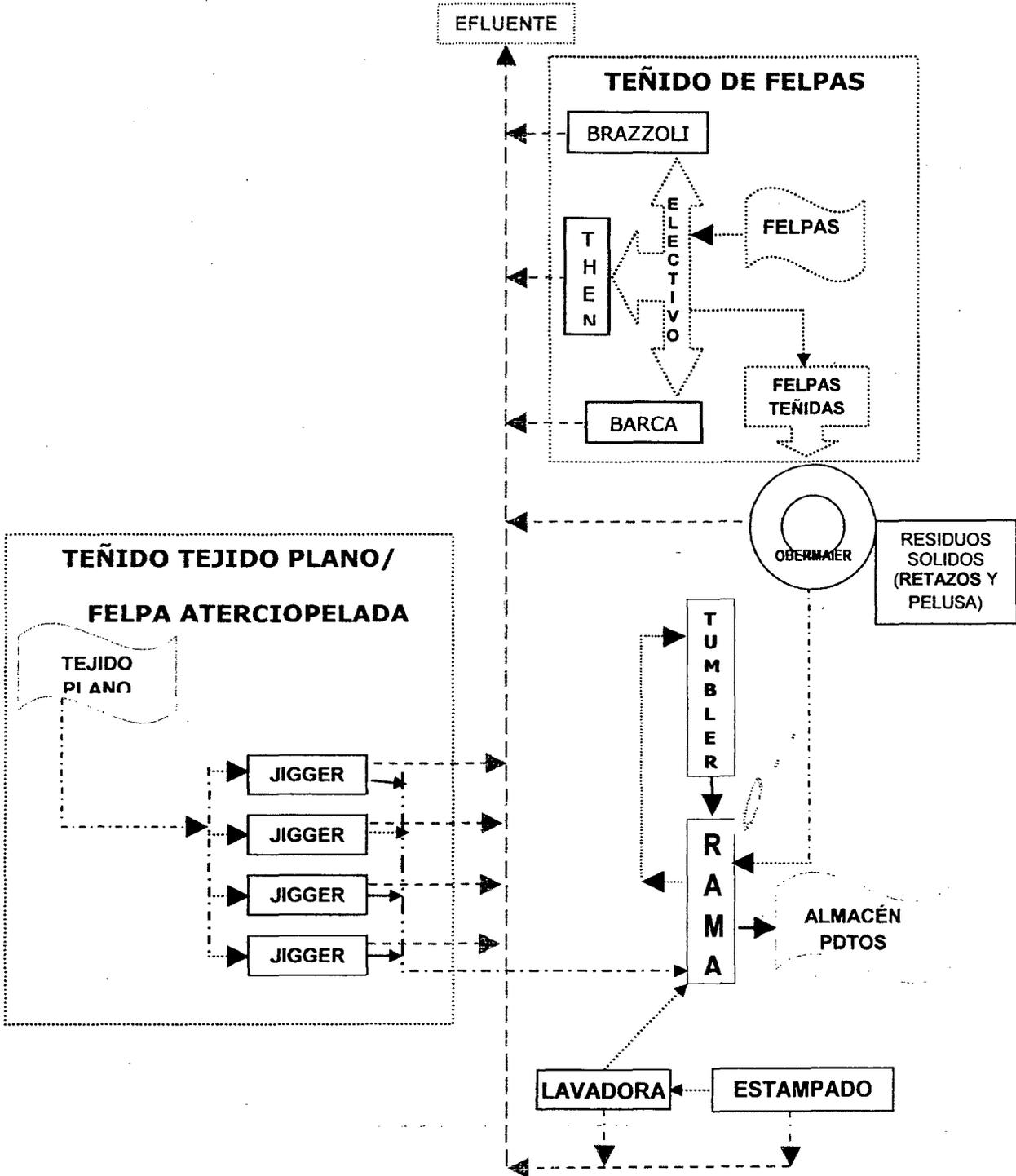
Sal. No es sal común (NaCl) que contiene demasiadas impurezas, sino sulfato sódico (Na_2SO_4). Se agrega con el fin de agotar los baños de teñido. En los baños de teñido por agotamiento con una concentración de sal por encima de 100 g/L, ésta puede ser recuperada. Por ello se plantea el reuso directo en el proceso y el reuso del agua. Posteriormente el líquido que contiene la sal junto con el primer baño deberá estar sujeto a un proceso de ultrafiltración.

Agentes igualadores. Reducen la velocidad de fijación del colorante al inicio de un teñido, disminuyendo la temperatura.

3.5 Diagrama de Flujo del Proceso Industrial Textil de Teñido

El siguiente diagrama resume la secuencia de los procesos y operaciones:

TINTORERÍA (SECCIÓN HÚMEDA)



3.6 Fases del Proceso Húmedo:

- ❖ Fase de Preparación:
 - Desengomado
 - Descrude
 - Blanqueo
- ❖ Fase de Teñido:
 - Procesos por agotamiento
- ❖ Fase de Lavado (a Contracorriente)
- ❖ Fase de Secado:
 - Centrifugado
 - Secado Rama
 - Secado Tumbler
- ❖ Despacho
- ❖ Fase de Preparación: Sigue estos procedimientos:

Desengomado: Es el primer paso del procesamiento húmedo. En esta operación, se remueve el agente encolante empleado en la sección de pre-tejido. Tanto la carboximetilcelulosa (CMC) y el almidón usados para engomar son solubles en agua requiriéndose sólo un enjuague para removerlos (preventivamente se añade un agente enzimático).

Descrude: Se lleva a cabo para eliminar impurezas que persistan en la tela como por ejemplo, motas del algodón no eliminadas en procesos previos. De no hacerse influirán en la calidad del producto presentándose puntos, manchas, etc. Otro objetivo es la remoción de las pectinas, ceras y minerales que puedan tener las telas, con lo que se mejora la absorción de éstas. El componente básico en el descrude del algodón es la soda cáustica.

Blanqueo: Para obtener las características de teñido deseadas se requiere blanquear las telas. Se usan blanqueadores ópticos, Hipoclorito de sodio

(lejía), agua oxigenada (Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2) usado en la Planta, 3% del peso de la tela). Además agentes humectantes y auxiliares.

- ❖ **Fase De Teñido:** Es la etapa más compleja en el procesamiento húmedo; se usan una variedad de colorantes, sustancias químicas y agentes auxiliares. Las sustancias auxiliares, en general, no permanecen sobre el sustrato después de la tintura y se encuentran en las emisiones.

La calidad de la tintura depende del equipamiento, la fórmula específica, los tintes y auxiliares de teñido (que proveen el medio químico para la difusión y fijación del tinte sobre la fibra) empleados; consta de cuatro etapas:

En la primera, el colorante se disuelve o dispersa en el baño de tintura.

En la segunda, se acumula el colorante en la superficie del material textil.

En tercer lugar, el colorante migra hacia el interior de la fibra. En las fibras hidrófilas, penetra por los microporos disponibles. En general, el acceso a la fibra se realiza con temperatura alta.

Por último, el colorante se fija; se conocen diferentes mecanismos de fijación, desde la reacción química del colorante con la fibra para formar una unión covalente (colorantes reactivos) a la formación de fuerzas Van der Waals y otras fuerzas de gama cortas entre la fibra y el colorante (colorantes directos). Hay que tener en cuenta las reacciones de solidificación cuando se trata de colorantes ácidos y básicos (aniónicos y catiónicos).

El proceso de Teñido puede realizarse en máquinas de funcionamiento continuo y discontinuo. Esta empresa usa máquinas de funcionamiento discontinuo: los colorantes se fijan a la materia textil por el paso de la tela a través de un baño (con el material en movimiento y el baño en reposo).

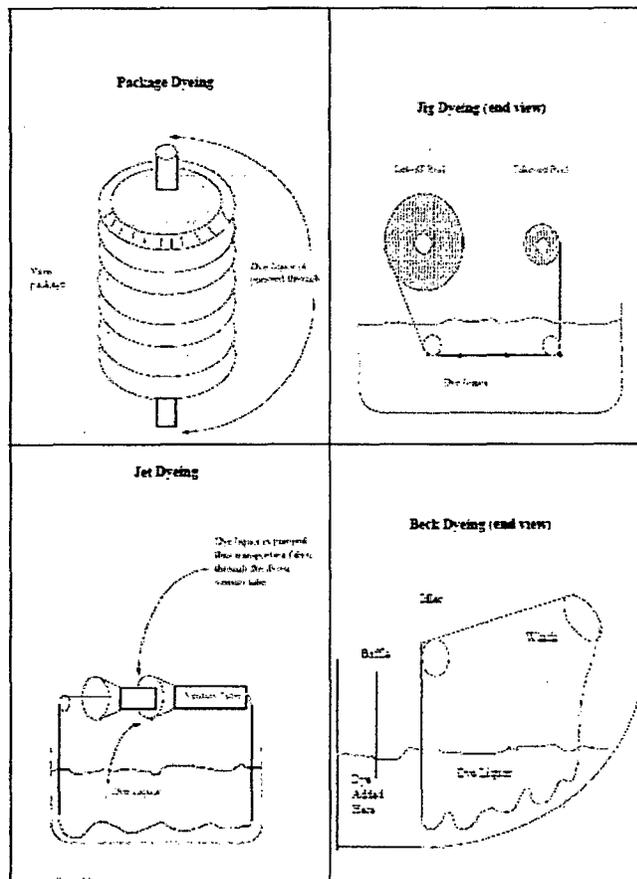
Procesos por agotamiento (discontinuos): En estos procesos el material textil se pone en contacto con el baño de teñido un tiempo más o menos largo, dependiendo de la tintura y el tipo de tela, hasta que se equilibre,

dando lugar a que el colorante se fije en la fibra. El proceso de tintura discontinua comienza con la absorción del colorante sobre la superficie externa de la fibra y la difusión y migración del colorante por la fibra. El empleo de sustancias químicas y el control de la temperatura aceleran y optimizan el agotamiento y la fijación del colorante. Una vez el colorante se ha fijado a la fibra, el baño de tintura agotado se drena y el tejido se lava para quitar los colorantes no fijados y las sustancias químicas auxiliares. Son comunes en procesos discontinuos, usar máquinas que tiñen a todo lo ancho como: barcas y cubas, jet, jiggers. La Figura 3.1 ilustra los métodos usuales de teñido.

Figura 3.1: Métodos Usuales de Teñido

Textile Industry Industrial Process Description

Figure 11: Common Dyeing Methods



Source: Best Management Practices for Pollution Prevention in the Textile Industry, EPA, Office of Research and Development, 1996.

Un parámetro importante es la “relación de baño del equipo” (la proporción en peso entre el material seco y el baño total). Este parámetro, dado que depende del volumen del baño, influye en la cantidad de agua y energía consumida, en el nivel de agotamiento del baño de tintura y en el consumo de sustancias químicas. A menor relación de baño se reducen los tiempos debido a la mayor rapidez de drenaje, llenado y el calentamiento y enfriamiento más rápido.

Tabla 3.1: Relaciones de Baño para Máquina Discontinua
(a plena capacidad, para un solo tratamiento)

Género	Equipo	Relación de baño
Tejido Cuerda	Torniquete	1:15 – 1:40
	Barca torniquete	1:15 – 1:30
Tejido a lo Ancho	Plegador	1:8 – 1:10
	Plegador + lavadora	1:10 – 1:15
	Jigger	1:3 – 1:6
	Jigger + lavadora	1:10

Extracto de la Tabla 2.2. Equipos de tintura discontinua y relaciones de baño, Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector textil, Secretaria General Técnica, Ministerio de Medio Ambiente I.S.B.N.: 84-8320-282-4, 2004

- ❖ **Fase de Lavado (a contracorriente):** Opcional después del Jigger, comprende enjuagues, lavados jabonosos y un aclarado final con agua. La tela estampada (tela teñida sobre la cual se estampa en otra sección) regresa a la sección húmeda para lavado. Normalmente esta fase se realiza en agua caliente (40-100°C) en presencia de humectantes y detergentes. Las mezclas de tensoactivos aniónicos y no iónicos son las más usadas. La tela se coloca a contracorriente al baño de la lavadora, pasa a través de varios cilindros guías en compartimentos dispuestos en serie y con cierto escalonamiento. Cada compartimento posee un sistema independiente de calefacción con vapor indirecto y adicionalmente, existe una entrada de agua tratada, la cual es calentada con vapor en un intercambiador de calor antes de ingresar a la máquina. Esta agua se mezcla con detergente para formar la solución jabonosa por la cual pasará la tela.

El lavado Contra-Corriente se emplea frecuentemente por los ahorros de agua y energía. El agua limpia entra al último compartimento y fluye contrario al movimiento de la tela. Así, cuando la tela entra al proceso de lavado, el agua más contaminada la contacta primero, y así, después, el agua más limpia contacta la tela más limpia.

Este método de reuso del agua es contrario al método tradicional de proveer agua limpia en cada etapa del ciclo de lavado. El ahorro de agua y energía está relacionado al número de compartimentos provistos con contraflujo.

En el lavado, es importante tener en cuenta: las características del agua, la elección de los jabones y detergentes, la acción hidromecánica, la temperatura, el pH y la etapa de aclarado.

- ❖ **Fase de Secado:** Es necesaria para eliminar o reducir el contenido de agua de las fibras, hilos y tejidos después de los procesos en húmedo. Se trata de una etapa con un alto consumo de energía.

Las técnicas de secado se pueden clasificar en mecánicas o térmicas.

El proceso de secado para el tejido implica dos pasos. En el primero se elimina el agua por vía mecánica: hidroextracción, mientras que en el segundo se seca el tejido completamente con el uso de procesos térmicos.

Hidroextracción por centrifugación o Centrifugado: es un pre-secado, que ayuda a disminuir la cantidad de agua después de la descarga de las telas teñidas. Les disminuye la humedad a un 50 - 60 % en peso.

Los procesos térmicos consisten en el calentamiento del agua de las telas y su conversión en vapor. Este calor puede ser transferido mediante convección, radiación infrarroja, contacto directo y radiofrecuencia.

Secado Térmico: se realiza en las siguientes máquinas:

RAMA: Esta máquina es usada para el secado total del tejido.

TUMBLER (Volteadora): Es de funcionamiento dual, puede secar en caliente (Secado Térmico) y en frío (mediante un flujo de aire turbulento). En el caso de la felpa, levanta el rizo para darle acabado y completa el secado del remanente de humedad que quedó de la RAMA. También puede secar en frío telas planas livianas.

❖ **Despacho:** las Telas secas y teñidas son despachadas a otras secciones.

3.7 Maquinaria Empleada en Sección Húmeda:

El proceso se realiza en las máquinas:

01 BARCA: se usa para el teñido de tejidos entre 100 y 200 kgs de peso.

01 Máquina THEN: se usa para el teñido de tejidos de hasta 400 kgs. de peso.

01 Máquina BRAZZOLI: se usa para el teñido de tejidos de hasta 600 kgs.

04 Máquinas Teñidoras Tipo JIGGER: Se trabajan de 400 - 500 kgs.

(NOTA: La BARCA, THEN, BRAZZOLI, JIGGER, son máquinas versátiles, unas más que otras, en las que se llevan a cabo lavado, descrude, desengomado y teñido; en oportunidades en procesos combinados).

01 Lavadora a la Continua Marca Ramisch-Kleinewefers

01 Centrífuga Marca OBERMAIER

01 Rama Marca Krantz

01 Secadora tipo Tumbler Marca Anglada

La tintorería requiere de vapor y aire comprimido, indispensables para su funcionamiento. El aire comprimido se utiliza para fines no productivos, como fuerza motriz para actuar las válvulas de control del proceso y maquinaria. Por esto, el caldero y la compresora aunque no dependan de la gestión de la Tintorería se consideran en el equipamiento.

3.8 Descripción de los Equipos.

Barca de Torniquete: es un sistema discontinuo cerrado de tintura en el que el tejido se procesa en forma de cuerda. Se usa para el teñido de diversos tejidos: de punto, felpas, alfombras y tejidos planos. En este equipo el baño se

mantiene estático en la parte baja, mientras que el tejido, guiado por un rodillo, se encuentra en circulación. Las relaciones de baño, volumen de baño por kilo material que se procesa, varían entre 1:40 y 1:15. Las relaciones de baño altas elevan el costo del teñido ya que para obtener la misma calidad de producto se requiere un mayor consumo de energía, colorante y productos auxiliares. Se utiliza en aquellos casos en los que el producto requiere una suavidad específica. El teñido se realiza con temperaturas mayores a las del ambiente y por intervalos de tiempo específicos; por eso el control de estas variables: temperatura y tiempo, es importante para la calidad del teñido y la eficiencia del proceso. Los baños en el torniquete se realizan a presión atmosférica y pueden alcanzar altas temperaturas. El baño se calienta con vapor a presión.

Teñidora Marca Brazzoli: Se usa para el teñido del Tejido a lo Ancho.

Teñidora Marca Then: Se usa para el teñido del Tejido a lo Ancho.

Jigger: Se utiliza para la tintura de los tejidos "a lo ancho" en el teñido de felpas aterciopeladas y tejidos planos, como popelinas, driles, lonas, bramantes. Se trata de una máquina compuesta por dos rodillos. El tejido se enrolla en uno de ellos, pasa luego a través del baño estático y, finalmente, se enrolla en el otro cilindro. Hay mayor velocidad de circulación de la materia textil en forma cuerda, con el consiguiente ahorro de productos auxiliares, agua y energía. Las relaciones de baño varían entre 1:3 y 1:6 con el consiguiente ahorro de productos auxiliares, agua y energía. La felpa aterciopelada ingresa directamente al JIGGER sin la fase de preparación.

Lavadora a la Continua es de flujo en contra-corriente descrito en la Sección 3.4, Proceso Operativo, Fase de Lavado. Al cuantificar las variables: producción y tiempos de operación, consumo de agua, energía eléctrica, aire comprimido, vapor y reactivos según las observaciones realizadas los indicadores de desempeño, los cuáles se expresan por tonelada de tela lavada, se obtienen

valores tanto de los consumos cuantificados como de la valoración económica para cada índice ventajosos.

Centrífuga: Este tipo de máquina emplea el método más eficiente para la eliminación mecánica del agua, pero no puede ser aplicado en tejidos delicados propensos a formar arrugas permanentes.

RAMA: Es la máquina de secado. Aquí además se da el ancho a las telas y se les aplica suavizante (generalmente silicona, 4 % en peso). La tela recorre la Rama de un extremo a otro, sujeta en cada orillo por un sistema de cadena sin fin, sincronizado de modo tal, que se ajusta el ancho deseado. El tejido es transportado a través de 5 módulos de secado con 10 quemadores de gas en total. Un gradiente de la temperatura se mantiene a través de ellos. Para producir la evaporación del agua se hace circular una corriente de aire caliente a través del tejido. Actualmente se trabaja con GLP y se puede trabajar con gas natural. El conocimiento de la curva de secado que sigue la tela en la Rama es vital para conseguir las características deseadas. No basta con conocer la temperatura del aire de circulación, es deseable determinar cuando la tela está seca, para programar la Rama el tiempo necesario para que la cura tome lugar. Esto es, acelerarla y eliminar la posibilidad de sobreexposición al calor, e inversamente retardarla para las telas más gruesas, en las que el secado demora más, aunque la cura pueda ser en menor tiempo. En la RAMA se produce una emisión gaseosa, básicamente vapor del secado.

TUMBLER (Volteadora): Esta máquina de funcionamiento dual, puede secar en caliente, en cuyo caso se ponen a funcionar los quemadores a gas propano con los que cuenta. En la segunda modalidad, opera sólo con el sistema de ventiladores, un proceso en frío, que también está destinado a dar textura a la tela, el tejido en forma de cuerda es secado mediante un flujo de aire turbulento. La tela se voltea por acción del aire que se introduce, en el caso de

la felpa, levantándole el rizo para darle acabado y completar el secado, del 8 a 10 % de humedad remanente de la RAMA. También puede secar en frío telas planas más livianas.

Para los servicios de la Tintorería se cuenta con:

Un caldero Marca Hurst, pirotubular, de 400 BHP de Potencia, Presión máxima de trabajo 150 PSIG, que cambiará PR6 y será reemplazado por uno dual: combustible GLP ó Gas Natural.

Una compresora de 155 kW.

3.9 Auditoria Energética

La auditoría de energía identifica las fuentes, recolecta información sobre los usuarios importantes para cada energético en términos de Costos y de Consumos; las tendencias anuales y de estación y el uso y costos por unidad de salida. Al cuantificar el uso de la energía con suficiente detalle se localizan pérdidas por operación unitaria, las ineficiencias del proceso y las áreas de mal manejo; lo que permite: Establecer los objetivos e Identificar las deficiencias energéticas para los usuarios mayores y Mejoras para ahorrar Energía; Desarrollar estrategias costo-eficiencia de energía; Priorizar los trabajos y Elevar la toma de conciencia de la fuerza de trabajo con respecto a los costos del consumo de energía.

Como resultado de la auditoría, se formula y pone en práctica un plan de acción, seguido de evaluaciones y de mejoras continuas del programa de manejo de energía. La auditoría Energética sigue los mismos procedimientos que una auditoría de desechos, de uso del agua, condiciones de seguridad en la planta, etc. Finalmente puede considerarse la sumatoria de éstas.

La seguridad dentro de una industria puede considerarse como la aplicación de los principios de ingeniería y de administración en los sistemas que constan de trabajadores, equipos, materiales y procesos dentro de un ambiente definido,

con el objetivo de reducir la probabilidad y la gravedad de lesiones y daños a todos los componentes del sistema, por lo que a la par de la Auditoría Energética se evalúa ésta y se procede en concordancia.

El comité de seguridad e higiene industrial de la empresa cuenta con 10 personas que se reúnen periódicamente con el fin de verificar que se cumpla con los aspectos de seguridad que rigen en la industria y minimizar los riesgos.

3.9.1 Análisis y Pre-Diagnóstico Energético de la Sección Húmeda

La Pre-evaluación energético-ambiental en la tintorería de la fábrica textil tiene el propósito de identificar oportunidades para que la empresa reduzca la carga contaminante al ambiente, optimizar los procesos unitarios y obtener beneficio económico. Lo más importante es que mediante el pre-diagnóstico se determina una **línea base**.

El establecimiento de la línea de base permite evaluar los efectos e impactos de las mejoras a proponer e implementar.

La línea base deberá expresarse en forma cuantitativa y ser consistente con la situación real del sistema energético a efectos de comparación en un período determinado. Esto resulta de particular importancia para los análisis relacionados con los protocolos de medición y verificación en proyectos de uso eficiente de la energía financiados a través de mecanismos de contrato por desempeño.

Para realizar el Pre-Diagnóstico Energético se aplica una metodología de "auditoría ambiental". Es necesario tener conocimiento del tema energético-ambiental, de los procesos, de los equipos y accesorios, de las fuentes energéticas disponibles previas a la realización.

Se identifican los principales consumidores de energía, con especial atención a los sistemas dinámicos que pueden producir variaciones en el diagnóstico dependiendo del momento de su elaboración.

Se investigan los procesos y operaciones unitarias, tipo de colorantes y productos químicos utilizados, consumos de agua y energía, caudales de efluentes y su concentración, el tipo de equipo utilizado, a fin de analizar el impacto de estos factores en el medio ambiente, generándose recomendaciones técnicas para disminuir el volumen de los efluentes, emisiones y residuos que se descargan al medio ambiente, que redundarán en optimizar el uso de energía. Las recomendaciones y planes se desarrollan en el Capítulo 4.

Situación al momento del Pre-diagnóstico:

Se observo lo siguiente:

- (1) El efluente, que tiene variables niveles de DBO y sólidos suspendidos, se descarga directamente a la alcantarilla;
- (2) elevado consumo de agua, lo que ofrece una excelente oportunidad para reducirlo; y
- (3) elevado consumo de energía.

Virtualmente en la Sección Húmeda, toda el agua residual se produce en la etapa final, eliminándose pequeñas cantidades durante el descrude. El agua residual varía en cantidad y composición a lo largo del proceso de teñido. Los principales componentes del agua residual son las impurezas en las fibras naturales y los químicos con que se tratan las telas al procesarlas.

En la Tintorería se detectaron pérdidas de agua provenientes de fugas y goteras en los sistemas de cañerías y en las válvulas de drenaje y trampas de vapor. Un compartimiento de la lavadora tiene un desperfecto que ocasiona una fuga de agua. Esta pérdida de residuos industriales líquidos descargados en el sistema de alcantarillado, genera un sobreconsumo de agua y energía requerida para la producción de vapor.

Los efluentes provenientes de las últimas etapas del lavado de desengomado, que tienen bajas concentraciones de contaminantes, se eliminan directamente al sistema de alcantarillado, lo cual no aumenta el nivel de contaminación de las descargas; pero contribuye al uso excesivo de agua. Se logran reducciones significativas de agua combinando operaciones independientes como en el desencolado y descrude de las fibras de algodón.

El efluente del lavado del blanqueo, que contiene soda y detergente residual, se elimina al sistema de alcantarillado de la ciudad lo cual contribuye a incrementar los niveles de contaminación.

La solución gastada de blanqueo después de un solo uso, se descarga directamente a la alcantarilla.

La mayoría de operaciones y procesos unitarios utilizan motores de 20 - 30 años de servicio, en su totalidad rebobinados, lo cual reduce la eficiencia de los mismos y eleva el consumo de energía eléctrica.

Se observa manchas en la tela, causadas por la mezcla imperfecta de las soluciones de colorantes y carbonato de sodio en la tubería de alimentación al equipo de tinturado.

Se emplea agua blanda para el enfriamiento de la bomba de recirculación del baño de teñido.

Los procesos de lavado, regeneración y enjuague de las resinas de los intercambiadores usados para ablandar el agua en la sala de teñido, utilizan tiempos excesivos, lo que resulta en una pérdida de agua blanda, sin obtener la máxima capacidad de los equipos.

Los colorantes empleados se encuentran dentro de los menos contaminantes, tendiéndose a emplear los Biodegradables, que casi no aportan a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y hacen al efluente

fácilmente tratable. Este factor de medida de contaminación provenía mayormente de las operaciones de desengomado, blanqueo y lavado.

Análisis de los desperdicios y reprocesos: Los desperdicios que surgen en la planta de producción, consisten en cajas de cartón, los envases donde vienen los aditivos. Estos desperdicios los juntan los mismos operarios y lo trasladan a una bodega, donde se contacta con los compradores al por mayor. El hilo desechado lo utilizan como waipe.

El reproceso solamente se realiza cuando la tela no sale bien del área de tintorería: termofijado, por ejemplo, no se le agregó la cantidad de suavizante exacta, la tela va muy dura o excesivamente suave.

Buenas Prácticas (BP) observadas, consideradas principios de PC:

Educación y formación medioambiental de los empleados, promoviendo su participación activa en la gestión. Por ejm. el personal responsable de la manipulación de sustancias químicas dispone de la formación necesaria para el desempeño de la actividad y Acceso a la información facilitada por el proveedor relativa a los reactivos e insumos.

Mantenimiento de equipos, filtros y controles de emisiones, calibración, termoaislamiento en máquinas de alta temperatura, etc.

Verificación y Control con registros de los niveles mínimos de stock de acuerdo con los pedidos de los clientes.

El almacenamiento de telas se hace en lugares limpios, libres de polvo y fuera de la exposición directa de sol en las condiciones ideales de almacenamiento para las fibras textiles: Temperatura: 15 ° C a 25° C; Humedad Relativa: 40% a 60%.

Los colorantes en polvo, están en recintos con aire acondicionado, controlada la Humedad: 55% - 60% y la temperatura: 23° C. Donde no se

usa aire acondicionado se tiene suficiente ventilación natural y los techos cuentan con sistemas automáticos contra incendios.

Los pisos están adecuadamente sellados e impermeabilizados.

Los contenedores y tanques de químicos se mantienen cerrados, de manera que no resulten alterados por las condiciones ambientales o que el contenido de estos afecte la salud o el medio ambiente. Los recipientes se cubren de la intemperie aún los vacíos. Se mantiene distancia entre contenedores de productos químicos y otros residuos, en lugares independientes.

Cuentan con tarimas de madera para prevenir la corrosión en la base de los tambores por la humedad del suelo.

Los lugares de almacenamiento Temporal, los de las Materias Primas, y de Productos Terminados cumplen con los requisitos de higiene, seguridad, salud ocupacional y los especificados en las Normas.

Las áreas de almacenamiento están situadas en espacios equipados con sistemas de contención de vertidos.

Las áreas de transporte en los Almacenes de Materias Primas, de materiales en proceso y de producto terminado están iluminadas, limpias y sin obstáculos. Cuentan con canales de recolección y muros y fosa de contención para soportar contingencias, como posibles derrames.

Los almacenamientos están centralizados y de fácil acceso de los clientes internos y externos para hacer eficientes las labores de transporte minimizando los desplazamientos por transporte.

Gestión de los residuos: Cuentan con políticas para el almacenamiento de Residuos, tanto los que se puedan reciclar internamente y para los que se disponen externamente. Los distintos tipos de residuos se almacenan por separado, por Ej.: área para colorantes, área para aceites usados,

área para disolventes. Se utilizan contenedores o embalaje reutilizable o reciclable para las materias primas y otros materiales.

La Evaluación de las corrientes de entrada y salida: los diagramas de flujos y balances de masas son herramientas útiles para la identificación del potencial de optimización del sector y reducción de residuos.

Se cumplen los aspectos de Seguridad en la fábrica entre otros:

- a. Capacitación de los empleados para evitar riesgos en el manejo de conductores eléctricos, reparaciones y mantenimiento de la maquinaria.
- b. Aislamiento de conductores eléctricos, para prevenir el contacto accidental que pueda resultar en lesiones al personal. Se desconecta la energía eléctrica antes de cualquier mantenimiento o reparación.
- c. Uso de herramientas seguras y en buen estado, y el uso de protección personal, ya que el ser humano es parte importante en el proceso de producción y obtiene la maximización del recurso disponible.

La Protección personal para el trabajador consiste en el uso reglamentario de las siguientes prendas: Cinturón de cuero, Uniforme (2 playeras y 2 pantalones), Protectores auriculares, Zapatos, Mascarilla para gases tóxicos, Guantes, Lentes protectores, Cascos, Gafas.

Para prevenir los riesgos de incendios debido a la utilización de materiales inflamables como los colorantes, soda cáustica, cajas de cartón, grasas, aceites, equipo eléctrico, etc., se utilizan extintores cargados con polvo químico seco, dióxido de carbono de tipo ABC multi-propósito o universal; utilizado para toda clase de incendios, por lo que una persona que no conozca el origen del fuego pueda utilizarlo indistintamente. Están ubicados en las diferentes áreas del proceso. Se les da mantenimiento cada seis meses y se aprovecha las recargas para realizar la capacitación y practica de cómo usarlos.

Los Riesgos eléctricos deben ser considerados, ya que la maquinaria utilizada tanto tiene altos voltajes, los cuales pueden causar lesiones, si no se toman las precauciones necesarias o se cumple con los aspectos de seguridad que eliminen la situación de riesgo.

Las Buenas Prácticas (BP) son útiles por su simplicidad y por los rápidos y sorprendentes resultados que se obtienen; reducir el riesgo ambiental con cambios en la organización de los procesos y actividades, pero especialmente por cambios en la actitud de las personas. Las BP sirven de orientación para definir la política, objetivos, planificar, implantar, mejorar y controlar al interior de la empresa la manufactura.

En la evaluación se identificaron oportunidades de Prevención de la Contaminación (PC) (reducir la carga contaminante), disminuir consumos y lograr un ahorro beneficioso para la empresa con la aplicación de BP.

3.10 Evaluación de Consumos de Energía para teñir 60 TM mensuales de Tela

El consumo de energía tanto térmica como eléctrica varía en el tiempo. Estas variaciones se deben a diversos factores: volumen de producción, operación de los equipos, condiciones ambientales, etc.

Se ha arribado a los consumos que siguen analizando los datos más confiables de registros históricos de planta.

3.10.1 Consumos Promedio de Combustible (Petróleo)

Tabla 3.2: Producción (TM) vs. Consumo de Combustible (Gls)

Producción (Tm)	Consumo de Petróleo (gl)
113	38,656
83	37,662
81	39,737
47	28,128

De los Gráficos 3.1 y 3.2: Extrapolando primero todos los valores de producción y después sólo los aledaños a 60 TM, 47 y 81, obtenemos se requieren alrededor de 32,600 galones de Petróleo para la producción mensual prevista de 60 TM. El consumo anual sería de 391,200 galones de petróleo.

GRÁFICO 3.1

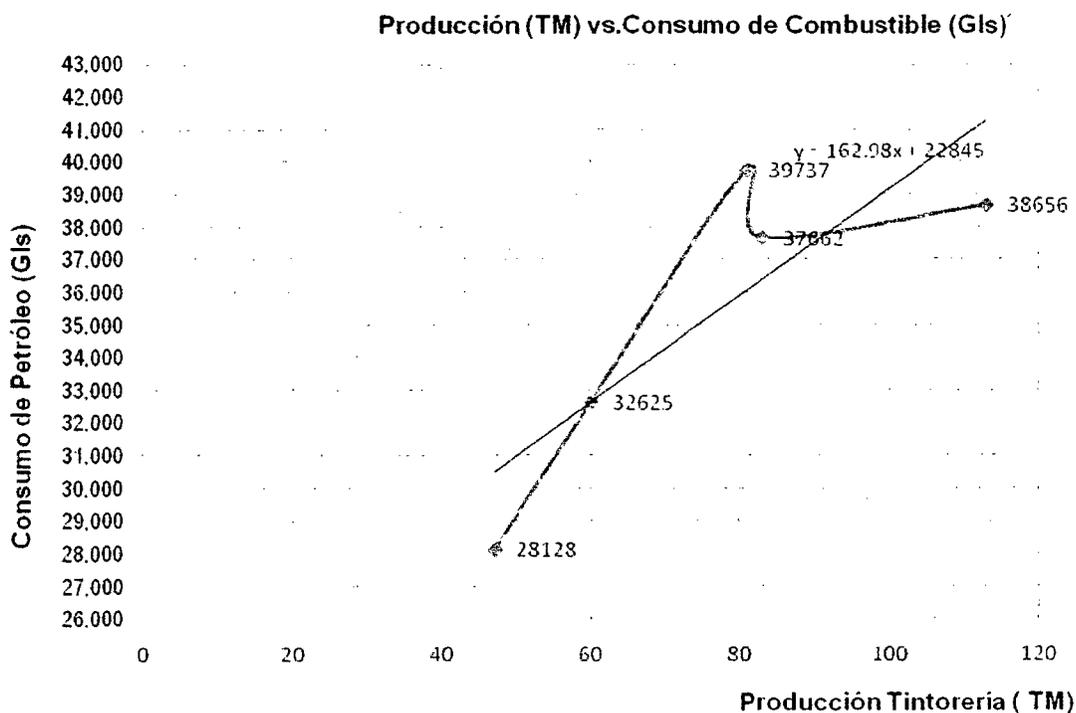
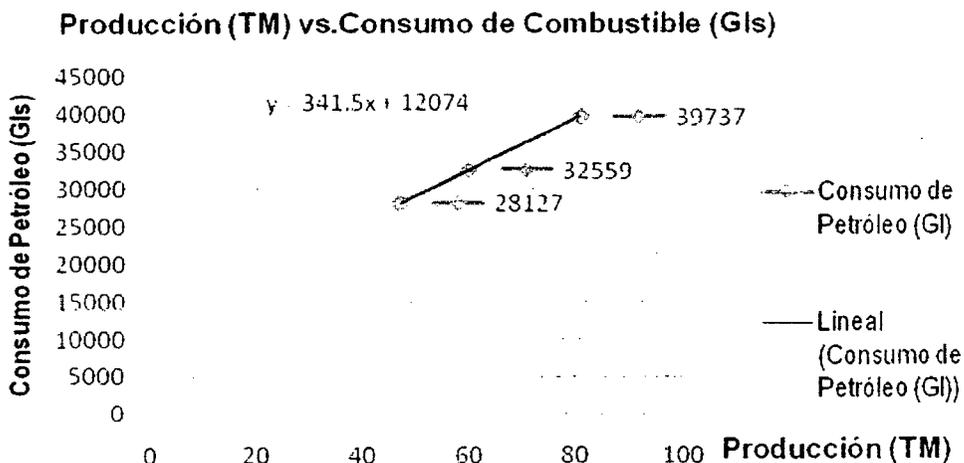


GRÁFICO 3.2



La Empresa Textil tiene la voluntad de convertir su matriz energética a gas natural en cuanto sea posible disponer del abastecimiento de GN, mientras tanto empleará gas licuado de petróleo (GLP).

Cuando se use GN, considerado el combustible comercial más cercano a lo ideal, las condiciones de combustión serán óptimas.

El GLP presenta ventajas respecto a los otros combustibles fósiles.

Se adquirirá una caldera dual para combustible GLP ó Gas Natural Marca Hurst, pirotubular, de 400 BHP de Potencia, Presión máxima de trabajo 150 PSIG en reemplazo del caldero a Petróleo y una Rama Marca Kranz dual para combustible GLP ó GN.

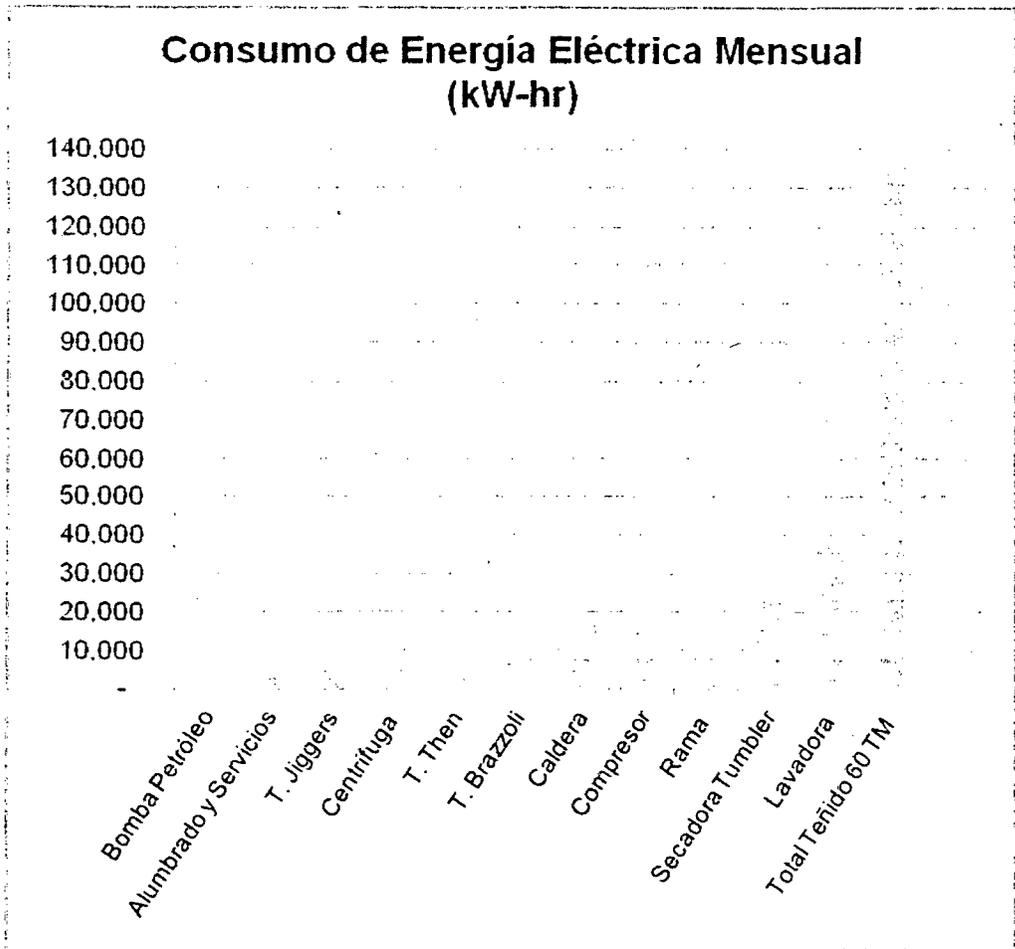
3.10.2 Consumos Promedio de Energía Eléctrica

Los registros de consumo muestran cifras globales, no son una referencia exacta por no contarse con medidores independientes en las diferentes áreas. Considerando la potencia instalada, para teñir 60 toneladas de tela se requieren alrededor de 138,000 kW-h.

Tabla 3.3: Desglose del Consumo de Energía Eléctrica para Teñir 60 TM de Tela

Equipos	Cantidad	Potencia Instalada (kW)	Operación máxima teórica (hrs/mes)	Consumo Mensual(kW-hr)
Teñidora Brazzoli	1	20.91	384	8,029
Teñidora Then	1	15.00	384	5,760
Barca	1	1.90	384	730
Teñidoras Jiggers	4	(3.19kWcd)12.76	384	4,900
Centrifuga Obermaier	1	14.90	384	5,722
Lavadora Ramisch	1	95.00	384	36,480
Secadora Tumbler	1	60.55	384	23,251
Rama Krantz	1	60.00	384	23,040
Caldera	1	23.12	384	8,878
Bomba Petróleo	1	2.00	384	768
Compresora	1	45.00	384	17,280
Alumbrado-Servicios	1	15.00	192	2,880
Total Servicio Teñido para Producción de 60 Toneladas de Tela:				137,718

Gráfico 3.3: Consumo de Energía Eléctrica por Equipos



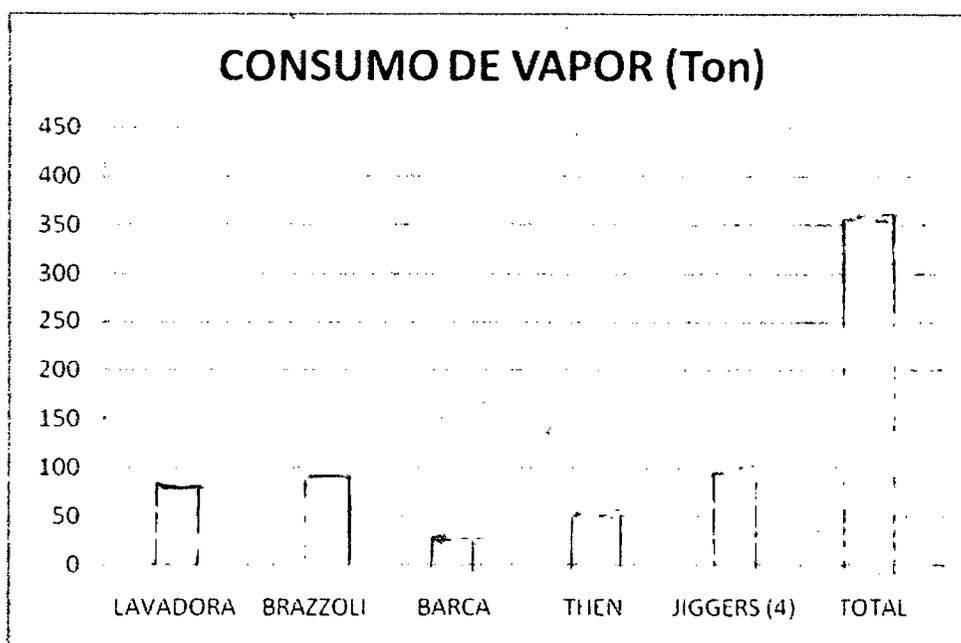
3.10.3 Consumos Promedio de Vapor

Se requiere agua caliente en muchas áreas de proceso. Ésta se calienta con vapor y se almacena generalmente en volumen a temperaturas altas en tanques ubicados cerca a las áreas de mayor uso.

La humectación es esencial. Se requiere del control de temperatura y de la humedad del aire para las características constantes de la fibra. Humectadores de vapor tipo de ducto o los instalados en sitio, en áreas de proceso y del almacenamiento aseguran buen apresto, encolado y tamaño de la tela. La calefacción se resuelve con sistemas tipo de aire forzado por ducto o calentadores individuales de vapor de presión baja de control termostático prender/apagar.

Para una producción de 60 TM de tela se requerirían 364 ton de vapor, el caudal de la Troncal de vapor a la Tintorería es de 9.88 pie³/s, el volumen específico 3.48 pie³/lb y va a una velocidad de 90 pie/s.

Gráfico 3.4: Desglose del Uso Referencial de Vapor



3.11 Evaluación del Consumo de Agua

Se registra el consumo total. Dada las variaciones de las relaciones de baño acorde al volumen de los pedidos para teñir 60 Tn de tela se requieren sin aplicar el Programa de Ahorro recomendado alrededor de 9,000 metros cúbicos de agua.

Tabla 3.4: Desglose del Consumo de Agua para Teñir 60 TM de Tela

CONSUMO POR EQUIPOS	AGUA DURA m ³	AGUA BLANDA m ³	TOTAL m ³
LAVADORA	2,100	1,960	4,060
BRAZZOLI	350	1,050	1,400
BARCA	120	260	380
THEN	220	720	940
JIGGERS (4)	220	820	1,040
ANGLADA	-	-	-
RAMA	-	-	-
VAPOR	-	1,000	1,000
Oficinas, fábrica en general y tratamiento de efluentes	180	-	180
TOTAL:	3,190	5,810	9,000

CAPÍTULO 4

PROPUESTA DE UN PLAN DE OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA (EE)

4.1 Antecedentes de Eficiencia Energética y Ecoeficiencia en la Industria Textil.

Durante los 1970's y 80's, la industria textil soporto un periodo de cambios traumáticos. Plantas establecidas por largo tiempo cerraron y las que permanecieron tuvieron que ser más eficientes. La baja EE no ocasionaba mayores preocupaciones en el pasado en cuanto a la sustentabilidad de la producción en términos de recursos y del medio ambiente, problemas que irán agravándose a medida que nos aproximemos al límite de lo tolerable sin encontrar soluciones satisfactorias. Actualmente, la seguridad de suministro de las formas utilizables de energía y el cuidado del medio ambiente constituyen desafíos que deberemos solucionar en función a las características de nuestra realidad. El uso flexible y eficiente de la energía juega un papel vital en lograrlo. Para sobreponernos a la transición y para seguir una vez que esta se haya llevado a cabo se aplicarán conceptos universales, como la EE.

Las técnicas que se usan en la industria textil son básicamente las mismas a las utilizadas hace 30 años. Es esencial una respuesta rápida a las preferencias cambiantes del consumidor— así como contener los costos. Por esto se busca mejores rendimientos en los consumos de agua, energía, materias primas y menores impactos ambientales.

El uso eficiente de la energía y el resguardo del medio ambiente se ignoró hasta el presente, en el que se dificulta proveer la demanda de más energía de la población ansiosa de mayor confort.

La Optimización de la EE es aprovechar mejor la energía, obtener un rendimiento óptimo, una reducción permanente en el consumo específico o

unitario de ésta, recuperar "joules", minimizando costos sin detrimento de la calidad y/o cantidad de la producción o del proceso, ni afectar la calidad de vida.

La Eficiencia Energética (EE) ayuda a conservar el medio ambiente y contribuye al ahorro económico. La energía que se consume es un costo controlable. La EE es uno de los caminos más rápidos y de un "beneficio- costo" efectivo para reducir la contaminación ambiental.

La Ecoeficiencia: Producción de bienes y servicios a niveles competitivos a la par de una reducción sistemática del consumo de recursos y de la generación de contaminantes (WBCSD World Business Council for Sustainable Development, *Cumbre de la Tierra en Río, 1992*) es un instrumento con el que las empresas pueden contribuir al desarrollo sostenible: *satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras*. La Ecoeficiencia se considera una cultura administrativa que guía al empresariado a asumir su responsabilidad ambiental y con la sociedad, que lo motiva a ser más competente, impulsando la innovación productiva, teniendo como pilar la EE. La Ecoeficiencia se resume en producir más con menos: utilizar menos recursos naturales y menos energía en el proceso productivo, reducir los desechos, con lo que se atenúa la contaminación, positivo para el medio ambiente y a la vez, benéfico para la empresa porque reduce sus costos de producción y operación. Procurar el impacto ambiental se encuentre a un nivel al menos en línea, o menor a la capacidad estimada de carga de la Tierra.



Los proyectos de Optimizar EE pueden requerir superar barreras como:

- Ausencia de una política energética y económica que incentive la implementación de ellos.
- Carencia de información y de experiencia de planes de mejoramiento de EE.

- Desconocimiento de las herramientas tecnológicas usadas en la EE.
- Falta de esquemas de financiamiento apropiados para la adquisición de equipos de tecnología moderna y de proyectos de Optimización de EE.
- Poca Confianza de los beneficios que ofrecen los planes de Optimizar la EE.

El uso eficiente de la energía, tanto eléctrica como térmica es requisito para la sostenibilidad e incrementar la competitividad del sector productivo textil.

4.2 Fases de un Plan de Optimización de la Eficiencia Energética

El Plan de Optimización de La EE propuesto para “el área de la tintorería de una planta textil” consistirá de cuatro fases, en lo que se establecerá como un proceso reiterado y permanente para el mejoramiento y aprendizaje continuo:

FASE I – Planificar (estudiar el proceso de teñido, decidir qué cambio podría mejorarlo) consistirá en:

1. Conformar el Comité de Uso Eficiente de la Energía. Contará con un líder, quien da fuerza y compromete a los trabajadores en la administración de la energía, entusiasta y convencido de los beneficios del Uso Eficiente de la Energía. Recomendamos sea el Gerente de la Tintorería. Es crucial que los directivos se unan a la causa con apoyo sostenido y visible. Sin éste apoyo, el Plan está condenado al fracaso. Este comité dirigirá:
 - La Organización de los Equipos. Se sugiere en cada equipo, la presencia de: un líder, un secretario (a cargo la documentación del proceso de autoevaluación) y un responsable de la consolidación de la información (análisis a los que llegó consensuadamente el equipo).
 - La Organización de los Recursos Logísticos: lugares, cronograma de reuniones, refrigerios, material, equipos, y manejo de la documentación.
2. Lanzar el Plan, que se iniciará con una presentación que explique los beneficios del Plan. Las políticas de energía deben desarrollarse junto a las

metas estratégicas de la compañía y de acuerdo con otras políticas (ambiente, seguridad, calidad, producción, etc.)

3. Efectuar un Pre-Diagnóstico Energético en base a:

- Comprensión del proceso operativo (descrito en el Capítulo 3) evaluando los equipos existentes y los equipos estratégicos adicionales requeridos.
- Auditoria Energética, que intenta un balance de la Energía ingresada, identificando la Distribución del Consumo, los costos y la producción alcanzada. La auditoría es necesaria para identificar las oportunidades de ahorro y optimizar la administración de la energía; y es la base de referencia para mejoras posteriores. Aquí se define áreas prioritarias de consumo de recursos: Electricidad, Combustibles y el Agua.

4. Capacitar y Entrenar a los miembros del Comité, directivos y a los involucrados en el Plan, en dos etapas: la primera, específica para los empleados seleccionados con prácticas pertinentes a sus trabajos o técnicas esenciales de monitoreo y medición, la segunda consiste en integrar en la matriz de entrenamiento de la compañía, la administración eficiente de la energía.

5. Establecer Sistemas de Medición, Estándares Técnicos y Metas Iniciales.

Lo que se puede medir, se puede controlar. El acto de medir se realiza a través de la comparación, y esta es posible cuando se cuenta con una referencia o un valor esperado contra el cual contrastar el valor observado.

Tenemos diversos niveles de referencia para la calidad esperada:

- Nivel Técnico: Señala el potencial de un sistema determinado, el nivel máximo posible con una tecnología, insumos, mano de obra y métodos de trabajo predeterminados. Representa el máximo resultado logable si se hace bien la tarea. El nivel técnico se marca estandarizados los resultados

de un proceso, hay que mantenerlo y actualizarlo cuando se generen cambios tecnológicos, avances en las curvas de aprendizaje de los operarios, o mejoras de métodos y sistemas, entre otros aspectos.

- **Nivel Teórico (o de diseño).** Es la máxima capacidad de un sistema con determinadas características: capacidades y costos de producción, consumo de insumos, etc.
- **Nivel de la Competencia.** Consiste en compararse con el mejor de la competencia tanto referido al producto final (calidad e impacto) como al proceso (rendimiento, productividad y eficiencia). Esta perspectiva afina estrategias sistemáticamente para asegurar ventajas competitivas.
- **Nivel de Requerimientos de los Usuarios.** Si estos se quejan, se deben plantear alternativas además de si se los quiere mantener y fidelizar.
- **Nivel de la Planeación.** Se establecen metas por razones de prestigio, para asegurar la supervivencia o el crecimiento y garantizar el logro de resultados en los factores críticos de éxito, fijados por la organización.

El Monitoreo y Medición de los energéticos en condiciones actuales se hace lo más acorde a los estándares legales vigentes (que constituyen las Metas Iniciales). Inicialmente se usan los equipos de medición con los que se cuentan. Se adquirirán equipos cuando los proyectos lo justifiquen. En algunos países se cuenta con equipos de tecnología infrarroja que detectan el despilfarro de energía. El Monitoreo permite administrar y controlar los consumos y costos de los energéticos, electricidad, combustibles, agua, vapor, aire comprimido, etc. y obtener Indicadores Energéticos (la relación de un consumo de energía (kWh, gal, m³, etc.) versus la unidad de producción medido en términos físicos (ton, unidades, etc.)). A estos indicadores energéticos también se les denomina "Consumos Específicos".

Como Indicadores de Energía tenemos: el consumo total de energía, el consumo específico de energía, la intensidad energética.

Los Estándares Técnicos comprenden: Estándares de Calidad (Especificaciones del resultado esperado, de los componentes del proceso, de los materiales e insumos); Estándares de Inspección (Verificación de procesos, insumos, etc.) y Estándares de Operación (describen el proceso y los Procedimientos operacionales, incluye el Manual de entrenamiento).

Al establecer Estándares Técnicos, Sistemas de Medición y Monitoreo se identifican mejoras operativas y de acuerdo a su rentabilidad e inversión se evalúa el Beneficio/Costo de ellas y Fija Metas para optimizar los resultados.

6. Desarrollar el Plan de Acción: Preparación del Programa de Mejoras

Un plan de acción es un proyecto de administración y control; debe indicar los objetivos específicos y etapas de cada Mejora. Las actividades serán medibles, con fecha de ejecución y responsable. Debe considerar los recursos requeridos (entrenamiento, material, fondos, tiempo, espacios, etc.)

Las Actividades recomendadas en el Apartado 4.5 son el alcance inicial del Plan de Acción cuyo desarrollo por parte de la empresa es un proyecto integral sostenido a largo plazo. Un proyecto exitoso completo incluirá:

- Un plan básico para el primer año;
- Un plan de optimización del ahorro de energía a mediano plazo;
- Un plan de optimización a largo plazo.

FASE II – Ejecutar (inicie en pequeña escala, pruebe, cambie) consistente en:

1. Sensibilizar, exaltando cómo la actuación y buena voluntad de los involucrados influencia en los resultados. Al darle importancia a la reducción del consumo de energía por el ahorro económico y por los beneficios ambientales, los empleados conocerán sus roles y responsabilidades en el esfuerzo de optimización del uso de la energía.

2. Coordinar los proyectos a ejecutarse de modo que interactúen entre sí con coherencia y con las políticas de ahorro de energía. Para conseguirlo, es deseable que las reuniones de trabajo para el auto-diagnóstico se desarrollen de la siguiente manera:

- a. Lectura rápida y general de los estándares o de los referentes por utilizar para la realización del auto-diagnóstico de cada uno de los equipos.
- b. Lectura del proceso por analizar o estándar por evaluar: El grupo homologará el criterio asignado para el proceso de autoevaluación.
- c. Identificación de las oportunidades de mejoramiento (debilidades), respecto al lineamiento del criterio o de los estándares: Son los vacíos encontrados en los mecanismos, procedimientos, procesos, etc. relacionados con el enfoque, implementación o los resultados esperados.
- d. El coordinador con los miembros de cada uno de los equipos define la forma como se presentará el informe (a nombre del grupo).

Debe organizarse la presentación final de cada equipo en una Plenaria, en la que se recogen los documentos de trabajo de cada grupo y las exposiciones. Los líderes de los procesos de autoevaluación, de auditoría y si existe el asesor externo, presidirán la jornada e invitarán a la mesa a la Gerencia y a quienes tengan a bien, controlando el orden y el tiempo asignado para las presentaciones. Es deseable el Cierre de la Plenaria por la Gerencia.

Al final de la Plenaria o en una jornada complementaria (lo más recomendado), coordinadores y líderes de la autoevaluación y auditoría elaborarán el Informe Final Consolidado, que será presentado a la Gerencia y al equipo ejecutivo para ser insumo en la ejecución de la siguiente etapa de la Ruta Crítica, donde se priorizarán los problemas.

3. Desarrollar el Programa de Mejoras. Se empezará con Mejoras sin inversión, donde se corrigen las fuentes obvias de pérdidas de energía detectada en el

diagnóstico energético. Los ahorros logrados animarán a que se busque mayores ahorros en las áreas menos obvias.

4. Monitorear el progreso. Con los datos registrados se determinan: la tendencia del uso de energía, las correcciones necesarias de las condiciones del proceso que estén causando un excesivo consumo de energía, el cumplimiento de las garantías de los proveedores, el retorno de la inversión, los resultados de las medidas de ahorro de energía y se identifican los problemas de rendimiento del proyecto. Así se mejoran técnicas para estimar los costos y beneficios de las mejoras en proyectos futuros, las áreas donde se deba realizar una auditoría energética detallada, las metas futuras, etc.
5. Comunicar los resultados con informes regulares sobre las mejoras implementadas con adecuada precisión y representación visual de los resultados, esto anima al personal mostrándose el progreso hacia los objetivos, proporcionan un refuerzo positivo que ayuda a evitar el desanimo en las prácticas de ahorro de energía. Este paso necesita ser ejecutado de modo que se perciba que todos son parte del esfuerzo. Perfeccionar prácticas y procedimientos como resultado del desenvolvimiento del proyecto, documentarlo en un procedimiento o instrucción de trabajo (estándar) asegurará en el futuro una práctica constante.
6. Reconocer los Logros y la Contribución del Equipo es motivador y trae el cierre psicológico de un proyecto. El logro de una meta debe celebrarse como un hito en el rumbo de la mejora incesante de la EE en la planta. Antes de establecer nuevas medidas de ahorro de energía, es necesario que las buenas prácticas se hagan habituales y se logre un desarrollo sostenido. Las Buenas Prácticas contribuyen a la mejora continua protegiendo al medio ambiente y al mismo tiempo mejorando la eficiencia productiva.

FASE III – Revisar (Analizar y Verificar: Observe los efectos) consistente en:

1. Revisar los resultados de los proyectos llevados a cabo, considerando el aspecto financiero. La administración de energía debe ser permanente en la agenda, como la calidad, la producción, finanzas y conflictos ambientales.
2. Verificar la efectividad para acreditar el esfuerzo en la gestión de energía. La optimización de la EE es esfuerzo continuo. Animar al Comité y empleados a examinar otras oportunidades de mejoras. A menudo un proyecto abre la puerta a otras ideas. Sin atención vigilante a la administración de la energía, las ganancias podrían debilitarse y el esfuerzo desintegrarse.

FASE IV – Ajustar (estandarizar y mejorar el proceso ¿Que aprendimos?)

1. Revisar el Plan. Los futuros proyectos se manejarán mejor controlando las variaciones y desviaciones de los consumos específicos respecto al objetivo o estándar (con el Monitoreo e instalación de equipos de medición). La revisión regular es necesaria para hacer los ajustes. Los programas de EE y planes de acción son documentos “vivos”.
2. Corregir deficiencias. Comprobar la efectividad de resultados de los proyectos del monitoreo. Determinar las causas de las deficiencias e indicar las acciones correctivas requeridas. La acción correctiva se documentará.
3. Actualizar las políticas, objetivos, metas del programa y los planes de acción. Cuando estos cambian en el tiempo serán actualizados para asegurar la relevancia y las prioridades a mantenerse, según las condiciones presentes.
4. Introducir procedimientos y/o tecnologías más eficientes y de menor contaminación ambiental, reiniciando el ciclo.

4.3 Factores que intervienen para lograr el éxito del Plan de Optimización de la EE

La Gestión del Recurso Energía es un componente del perfeccionamiento empresarial y debiera estar presente al definir: La Política, misión, objetivos,

metas y plan de acción de la empresa; el Planeamiento de los mantenimientos y prioridad de los financiamientos; el Monitoreo de los gastos de la energía; la Selección de Tecnologías; los Indicadores de Gestión; la Capacitación del Personal en el Uso y el Consumo de la Energía.

Para el éxito del Plan se requiere tener presente los factores:

Psicológicos: como son los Hábitos, la Motivación.

Técnicos: la Mejor Tecnología Disponible, Mantenimiento, Monitoreo.

Financiero: Inversiones necesarias para llevar a cabo el Plan.

4.4 Objetivos Del Plan de Optimización de La Eficiencia Energética

La EE es Reducción del Consumo de Energía que se traduce en:

1. Mejorar los consumos específicos (kWh, gal, m³ / unidad de producción).
2. Mejorar la Calidad de los Productos y/o Servicios.
3. Mejorar la Productividad y Competitividad.
4. Reducir el Impacto Ambiental (menos Emisiones, vertidos, desechos, etc.)

4.5 Plan Inicial de Optimización de la EE

Aplicándolo se disminuye la cantidad de agua utilizada, las aguas residuales generadas y la energía requerida. La EE es un potencial de ahorro de combustible y en la Tintorería está referida principalmente a mejoras:

- o En los Sistemas Eléctricos
- o En los Sistemas Térmicos

Se ahorra combustible erradicando malos hábitos en el uso de la energía, recuperando calor, principalmente del vapor que se genera para llevar a cabo los procesos en el área de tintura. El resultado obtenido además de la disminución del consumo de combustible que se utiliza, es la disminución en el consumo de agua, energía eléctrica y materias primas.

Tabla 4.1: Plan Inicial de Mejoras Recomendado para Optimización de la EE de la Tintorería

IT	Plan Inicial de Mejoras Recomendado para Optimización de la EE de la Tintorería
	Mejoras En Sistema Eléctrico:
	Iluminación
1	Instituir Buenas Prácticas de Iluminación
2	Eliminar Malas Prácticas de Iluminación
	Sistema General
3	Instituir Buenas Prácticas Operativas y Administrativas
4	Eliminar Malas Prácticas Operativas en el Sistema Eléctrico General
	Motores
5	Instituir Buenas Prácticas en el uso de Motores
6	Eliminar Malas Prácticas en el uso de Motores
	Bombas
7	Instituir Buenas Prácticas en el uso de Bombas
8	Eliminar Malas Prácticas en el uso de Bombas
	Compresor
9	Instituir Buenas Prácticas en el uso del Compresor
10	Eliminar Malas Prácticas en el uso del Compresor
11	Mejorar Operatividad de Compresor y uso del Aire Comprimido
	Mejoras en Sistemas Térmicos:
12	Optimización en el Uso de Combustibles
	Caldera y otros equipos
13	Instituir Buenas Prácticas en el Uso de Calderas
14	Mejorar Operatividad de Calderas
15	Recuperación y Conservación de Calor, Caldera, Rama y otros equipos
	Distribución de Vapor y Condensado
16	Recuperar Condensado
17	Instituir Buenas Prácticas en Distribución de Vapor y Retorno de Condensado
	Mejoras en la Operación (para reducir el Uso de Agua e Insumos)
18	Reutilizar el Agua de Enjuague de Últimas Etapas de Desengomado en las primeras
19	Reutilizar la Descarga del Agua del Blanqueo y la del Enjuague de Lavado para el Desengomado
20	Reutilizar el Agua del Baño de Tintura
21	Reutilizar el Agua de Enjuague Final del Teñido
22	Reciclar el Baño Reconstituido de Blanqueo hasta para 5 Lotes.
23	Gestionar los Baños
24	Equilibrar el Agua Drenada y la de Entrada (Aclarado Inteligente)
25	Utilizar Mecanismos de Ahorro de Agua
26	Aumentar la Eficiencia del Lavado
27	Programar la Producción
28	Cambio en los insumos
29	Mezclar y Pesar Previo a la Operación.
	s Mejorar Prácticas Ambientales y de Gestión (PC)
30	Gestionar los Residuos Sólidos.
31	Aplicar un Programa de Mantenimiento.
32	Aplicar un Programa de Capacitación.
33	Gestión con Proveedores que incluya Actualizar la Información Técnica.
34	Seguir el Desarrollo de los Cambios Tecnológicos.

Las Mejoras recomendadas del Plan Inicial desarrolladas por ítem:

Mejoras En Sistema Eléctrico:

1. Instituir Buenas Prácticas de Iluminación:

- ◆ Disponer la maquinaria de modo de aprovechar al máximo la luz solar.
- ◆ Pintar de color claro paredes y techos de áreas productivas y oficinas.
- ◆ Mantener limpias las lámparas, paredes y techos.
- ◆ Apagar las lámparas cuando no se requieran.
- ◆ Verificar con un luxómetro los estándares de iluminación por áreas para no sobre iluminar innecesariamente.
- ◆ Utilizar sensores de ocupación, en particular en áreas de almacenamiento.
- ◆ Utilizar "sensores de graduación" para reducir la intensidad de luz cuando se necesite poca luz (limpieza, etc.).
- ◆ Utilizar temporizadores programables o sensores de luz natural.
- ◆ Mantener los interruptores independientes (para iluminar los sectores necesarios). Reducir a lo imprescindible la iluminación en exteriores.
- ◆ Utilizar lámparas de vapor de sodio en áreas de almacenamiento, lámparas más eficientes en áreas de producción y oficinas (lámparas halógenas en lugar de vapor de mercurio).
- ◆ Utilizar tecnología LED (acrónimo inglés de Light-Emitting Diode, Diodo emisor de luz) donde sea posible (aviso de señalización, paneles informativos por ejemplo).
- ◆ Reemplazar balastos magnéticos por electrónicos.

2. Eliminar Malas Prácticas de Iluminación como:

- ◆ Colocar las lámparas a gran altura desde donde la iluminación de las áreas no es efectiva.
- ◆ Mantener encendidas todas las lámparas en periodos no productivos: para efectuar mantenimiento y/o limpieza; almacenes sin personal, etc.
- ◆ Sobre iluminar innecesariamente algunas áreas.

- ◆ Encender todas las lámparas de varias áreas con un solo interruptor.
 - ◆ No retirar las lámparas quemadas ni las lámparas defectuosas de las luminarias, ocasionando un consumo innecesario de energía (reactor en las quemadas y reactor y lámpara en las defectuosas).
3. Instituir buenas prácticas operativas y administrativas en el Sistema Eléctrico.
- ◆ Modular la carga, controlando la operación de equipos prescindibles en el proceso productivo dentro de las horas punta (18:00 a 23:00 horas) cuando la actividad, se puede correr fuera de estas horas.
 - ◆ Registrar y controlar los consumos eléctricos considerando el Factor de medición, Diagrama de carga, Horas de Punta, Horas Fuera de Punta considerando la instalación de equipos de medición para auditar los consumos y compararlos con la facturación del servicio.
 - ◆ Modular y usar controladores de máxima demanda, acorde a las características del consumo de energía de la planta.
 - ◆ Renovar progresivamente los equipos y/o cableado obsoletos.
 - ◆ Evaluar la compensación de energía reactiva.
 - ◆ Monitorear la calidad de la energía usando analizadores de redes.
 - ◆ Usar filtros para corregir la distorsión armónica debida a equipos electrónicos.
 - ◆ Conocer las Normas Legales y Técnicas de Calidad de Servicio Eléctrico: contraste de medidores, opciones tarifarias; Componentes del recibo: Cargos a facturar, la Energía Activa, la Reactiva, la Demanda Máxima.
 - ◆ Evaluar la tarifa óptima, Cambio de tensión de alimentación, Eliminar el costo de energía reactiva. Evaluar la implementación de una subestación para comprar energía en media tensión. Mejorar el factor de potencia mediante banco de condensadores.

4. Eliminar Malas Prácticas Operativas en el Sistema Eléctrico General.

- ◆ No actualizar o no contar con diagramas unifilares.
- ◆ No controlar la máxima demanda en horas punta o pico.
- ◆ Operar transformadores con baja carga o sobrecargados.
- ◆ Mantener equipos obsoletos que ocasionan gran consumo de energía.
- ◆ Crecimiento desordenado del sistema eléctrico a exigencias del proceso.
- ◆ No revisar el funcionamiento de los bancos de compensación o no compensar la energía reactiva.
- ◆ Utilizar conductores que presenten recalentamiento, pérdidas de aislamiento y por ende fugas de corriente.
- ◆ No controlar la calidad de la energía en la planta.
- ◆ Reducir las pérdidas por efecto Joule ($I^2 \times R$) en el sistema de distribución de baja tensión.

5. Instituir Buenas Prácticas en el Uso de Motores

- ◆ Reemplazar motores viejos y rebobinados varias veces y los de eficiencia estándar por los de alta eficiencia o Premium. En sistemas energéticos nuevos utilizar motores de alta eficiencia (Efectuar la evaluación económica considerando costos de operación durante su vida útil en adición al costo de inversión inicial).
- ◆ Evitar el sobre dimensionamiento de los motores en proyectos nuevos.
- ◆ Usar variadores de velocidad en donde lo permita el proceso. Al comprar motores nuevos evaluar la incorporación de variadores de velocidad u otros accesorios que permitan ahorrar energía.
- ◆ Utilizar fajas de transmisión de alta eficiencia.
- ◆ Efectuar mantenimiento según especificaciones del fabricante.
- ◆ Llevar un registro apropiado de las reparaciones, lo cual contribuye a conocer las pérdidas en la eficiencia de la unidad.

6. Eliminar Malas Prácticas en el uso de Motores

- ◆ Evitar arranques frecuentes y/o en simultáneo que contribuyen a elevar la máxima demanda.
- ◆ Evitar sobrecalentamiento y sobretensión del motor.
- ◆ Evitar repararlos en forma excesiva.
- ◆ Mantenerlos encendidos operando en vacío.
- ◆ Evitar el uso de motores con bajo factor de carga. Intercambiar y/o redistribuir unidades en la planta ocasiona que algunos operen con bajo factor de carga, en condiciones distintas a las nominales.

7. Instituir Buenas Prácticas en el uso de Bombas

- ◆ Seleccionar y operar bombas en condiciones nominales o cercanas a estas.
- ◆ Controlar las horas de operación, en particular durante horas punta.
- ◆ Monitorear temperaturas, presiones. Instalar controles automáticos de máxima demanda, presión y caudal.
- ◆ Implementar variadores de velocidad.
- ◆ Minimizar cambios de dirección en tuberías, redimensionar tuberías y accesorios para optimizar la operación de la bomba.
- ◆ Efectuar el mantenimiento según el manual y especificaciones del fabricante.
- ◆ Calcular el tiempo óptimo de renovación en bombas de gran capacidad.
- ◆ Evitar el sobredimensionamiento en ampliaciones o proyectos nuevos.
- ◆ Apagar las bombas cuando no se use.

8. Eliminar Malas Prácticas en el uso de Bombas

- ◆ Evitar utilizarlas a carga parcial, en forma estrangulada. Si el sistema está sub-cargado, instalar un impulsor más pequeño o acondicionar el existente.
- ◆ Evitar utilizar una bomba de gran capacidad para atender varios procesos o intercambiar bombas sin considerar las características del proceso.
- ◆ Incrementar la presión en vez de reducir fugas en tuberías, sellos o válvulas.

9. Instituir Buenas Prácticas para Uso de Compresores

- ◆ Reducir y controlar la presión de descarga de aire, al nivel mínimo requerido por el proceso.
- ◆ Ubicar el compresor lo más cercano posible al punto de consumo de aire.
- ◆ Ubicar la succión de aire en zonas frescas. Captar el aire externo más frío para su admisión al compresor, acorde a las condiciones climáticas del sitio.
- ◆ Controlar las horas de operación, en particular durante el período de horas punta (18:00 a 23:00 h).
- ◆ En ampliaciones o proyectos nuevos evitar el sobredimensionamiento. Dimensionar el tamaño del compresor adecuado a la demanda.
- ◆ Instalar un compresor pequeño para usarlo en períodos de baja demanda.
- ◆ Usar controladores de máxima demanda si se necesitara varios compresores. Los sistemas de aire comprimido (más de un compresor) pueden optimizarse si son equipados con un sistema de control centralizado. Así se integran los compresores –tanto de velocidad fija como de variable- en un solo sistema de generación, controlado dentro de una banda común de presiones, con lo que se minimiza el costo asociado a la operación a presiones diferentes. No es necesario más de un compresor de velocidad variable por sistema.
- ◆ Drenar la humedad del aire comprimido. Instalar secadores o purgas en las líneas de aire. (Evitar el ingreso de aire húmedo).
- ◆ Usar válvulas de control automáticas para modular el agua de enfriamiento de la camiseta del compresor.
- ◆ Establecer un programa de mantenimiento. Verificar que los filtros, separadores y trampas de drenaje de aire estén limpios y en buen estado. La operación eficiente requiere que el sistema esté libre de polvo, aceite y agua.

Buscar y reparar las fugas en las líneas de distribución del aire comprimido con un detector ultrasónico.

- ◆ Usar válvulas solenoide para aislar máquinas con probables fugas.
- ◆ Suprimir líneas innecesarias a fin de eliminar fugas potenciales.
- ◆ Usar el calor residual del compresor para calentar agua para el proceso.
- ◆ Utilizar lubricantes sintéticos (ahorra energía y protegen al medio ambiente).
- ◆ Sustituir el enfriamiento con aire comprimido por agua o con ventiladores.
- ◆ No usar aire comprimido para ventilación.

10 Eliminar Malas Prácticas en el uso del Compresor

- ◆ Elevar la presión de operación del compresor en lugar de reparar múltiples fugas en la línea de distribución.
- ◆ Operar en forma desordenada en lugar de instalar un tanque pulmón.
- ◆ Ubicar la admisión de aire al compresor cerca de fuentes de calor.
- ◆ Utilizarlo en forma continua sin que el proceso lo requiera. Evitar operarlo en vacío, desconectar el compresor cuando el aire comprimido sea innecesario.

11. Mejorar Operatividad de Compresor y del Uso Aire Comprimido

- ◆ Los equipos de aire comprimido utilizados en procesos industriales suelen operar las 24 horas del día, todo el año, por lo que los ahorros al reducir los costos energéticos o en lograr una mayor eficiencia pueden ser relevantes.
- ◆ Operar las máquinas usuarias de aire comprimido a presiones en los niveles requeridos (rangos de presión de trabajo). Se desperdicia aire comprimido a presiones mayores. Los controladores de demanda regulan la presión de salida del aire comprimido de los tanques, donde se le almacena a una presión más elevada, con lo que se aprovecha mejor éste.
- ◆ Preferentemente usar tubería especial de aluminio, cuyo factor de rugosidad es casi igual al del vidrio, con lo cual la fricción es mínima. (Las tuberías de

acero o de hierro galvanizado para el transporte de aire presentan un factor de fricción alto, con lo que se pierde energía).

- ◆ Los compresores de aire de velocidad variable constituyen una de las innovaciones más eficaces, permiten ahorrar energía y posibilitan mantener una presión constante, ajustándose al consumo que registra la planta.
- ◆ Ubicar los compresores de modo que la polución sea contenida con instalaciones y filtros apropiados y así resguardar su vida útil. En las textiles, las actividades se desarrollan en un entorno con fibras. Si no se tiene cuidado, estas pueden tapar a los enfriadores, afectando la operación.
- ◆ Preferir equipos refrigerados por aire en el rango aplicable. El agua de refrigeración requiere tratamiento. Si no es así, se van cerrando los conductos con depósitos de minerales. Consecuencia de la refrigeración insuficiente, el compresor comienza a detenerse por alta temperatura.
- ◆ Utilizar pistolas atomizadoras ayudadas por aire de baja presión.

Mejoras en Sistemas Térmicos:

12 Optimización en el Uso de Combustibles

- ◆ Contar con sistemas de medición en los equipos consumidores, mejorar los controles existentes o instalar controles automáticos.
- ◆ Realizar pruebas regulares del grado de pureza del combustible que suministran los proveedores.
- ◆ Sustituir el combustible que actualmente se usa por GLP o GN para una combustión más eficiente (el GN será una alternativa energética pronto).
- ◆ Establecer un programa de mantenimiento y control de los equipos (limpieza de los filtros de las líneas de combustible; ajuste de los quemadores, revisión periódica de las boquillas, Reemplazo de quemadores por unidades más eficientes que puedan aprovechar el GLP o GN).
- ◆ Usar el aire de combustión lo más caliente posible.

- ◆ Instalar equipos para la recuperación del calor en chimeneas. Un exceso en la temperatura de los productos de la combustión por sobre los valores recomendados, es un potencial de ahorro de combustible. El calor presente en los productos de la combustión, por lo general sobre los 450 °C, se puede recuperar para generar vapor o agua caliente, precalentar insumos o productos que entran a hornos, secadores, etc. Una caldera recuperadora requiere un tanque de expansión y un intercambiador de calor. El tanque de expansión permite generar y recuperar el calor latente. El intercambiador de calor se utiliza para precalentar el agua de reposición o make up.
- ◆ Ajustar el exceso de aire. Es necesario un exceso de aire superior al estequiométrico para asegurar una combustión completa. Analizar los gases productos de la combustión para lograr la relación óptima aire/combustible (O_2 y CO) y sobre esta base regular los quemadores. Esto puede producir ahorros entre el 5 y 10 %, según el estado del equipo. En el caso de operar con excesos de aire se recomienda reducir su exceso hasta un nivel que permita asegurar una baja emisión de CO .

Trabajar con exceso de aire mayor al típico se traduce en un aumento en las pérdidas de calor en los productos de la combustión. Esto, porque una fracción importante del calor liberado se emplea para calentar el aire suministrado en exceso, desde la temperatura a la que ingresa hasta la que posee al salir por la chimenea, junto al resto de los productos de la combustión. Referencialmente se produce un aumento de 1.0 % en el consumo de combustible por cada 10% de incremento en el exceso de aire.
- ◆ Trabajar con la menor temperatura posible en la chimenea. La eficiencia térmica disminuye con el aumento en la temperatura de descarga de los productos de la combustión. Como referencia se considera que por cada

20°C de aumento de la temperatura en la chimenea, se produce un incremento del 1.0 % en el consumo de combustible. Además, el enfriamiento de los productos de la combustión puede provocar condensación ácida y corrosión en la chimenea.

13 Instituir Buenas Prácticas en el uso de Calderas

- ◆ Controlar y calibrar periódicamente la relación aire/combustible mediante análisis de gases de combustión.
- ◆ Reducir la presión de vapor a la mínima requerida por el proceso productivo. (No operar la caldera a presiones por encima de lo requerido en la planta).
- ◆ Usar la caldera al régimen de capacidad donde la eficiencia sea máxima. La eficiencia térmica de una caldera alcanza su valor máximo cuando operan sobre el 75 % de Carga (la pérdida de calor por radiación es independiente de la carga, porcentualmente es mayor mientras menor sea la carga de trabajo). Al disminuir la carga para asegurar una buena mezcla aire-combustible, los quemadores operan con un mayor exceso de aire. Es más eficiente operar una caldera al 100 % de carga, que dos calderas al 50 %.
- ◆ Considerar el uso de una caldera más pequeña para cargas parciales o para requerimientos de menor temperatura o presión.
- ◆ En calderas que usan combustibles líquidos o gaseosos si se tiene una elevada temperatura de salida de gases existe la posibilidad de recuperar calor de los gases de combustión con intercambiadores capaces de transferir el calor en los productos de la combustión para calentar el agua de alimentación. Los factores de incidencia para una excesiva temperatura en chimenea son: El ensuciamiento del circuito de gases con hollín, producto de una deficiente combustión o insuficiente limpieza; La presencia de incrustaciones por el lado agua, en las superficies de transferencia de calor (reducen la producción de vapor, consumen combustible excesivo y

aumentan la temperatura de los gases de chimenea); Deficiencias de diseño o sobrecarga térmica.

- ◆ Verificar el estado de las paredes mediante un analizador termográfico.

14. Mejorar Operatividad de Calderas

- ◆ Mantener limpios los tubos de la caldera, tanto lado gases como agua.
- ◆ Modular la operación de la caldera con el uso de controles electrónicos.
- ◆ Operar la caldera a la mayor carga posible o bien a la capacidad para una adecuada eficiencia (no excesivamente sobredimensionadas).
- ◆ Reducir la cantidad de purga de la caldera, mejorando el tratamiento del agua de alimentación.

15. Recuperación y Conservación de Calor: Caldera, Rama y otros equipos:

- ◆ Proporcionar los accesorios y los controles de presión, de temperatura, retorno del condensado necesarios. Los sistemas compactos y las unidades de la recuperación de calor del sistema textil son de los mejores sistemas para la generación de la agua caliente.
- ◆ Recuperar Calor para precalentar agua de alimentación:

Un aumento en la temperatura del agua de alimentación es menor requerimiento de calor (combustible) para su transformación en vapor.

El agua eliminada mediante la purga posee la temperatura de saturación del vapor que contiene una cantidad de calor no despreciable.

El ciclo de concentración o porcentaje de purga es la razón entre el agua de alimentación de una caldera y el agua descargada por purga, depende de factores como calidad del agua de reposición y porcentaje de recuperación de condensado, presión de trabajo y tipo de caldera. A menor ciclo de concentración mayor será la cantidad de agua eliminada a través de la purga. Si el ciclo de concentración es bajo (inferior a 15) el potencial de ahorro es interesante. Conviene recuperar calor con purgas automáticas de

superficie. Las purgas automáticas de superficie se componen de un conductímetro, un controlador y una válvula de control. El conductímetro registra la conductividad del agua de la caldera, el controlador mantiene la válvula de control en el valor referencial establecido (ciclo de concentración requerido) comparándolo con la lectura. Esto asegura una purga exacta, no excesiva para minimizar pérdida de calor, ni insuficiente para provocar incrustaciones o corrosión en el lado agua.

- ◆ Recuperar el calor de desecho de lavadoras, tanques y otros equipos.
 - ◆ Sincronizar el uso de insumos para que no requieran recalentarse.
 - ◆ Comprobar periódicamente la eficiencia de la caldera, Rama y otros equipos.
- Para reducir el Consumo de Energía en la Rama se propone lo siguiente:
- ◆ Reducir la humedad del tejido con la extracción mecánica de agua antes de entrar a la rama.
 - ◆ Recuperar el calor en la Rama mediante un intercambiador de calor aire-agua.
 - ◆ Optimizar el calor mediante sistemas de termoaislamiento de la rama.
 - ◆ Reparar puertas para que sellen efectivamente y no haya pérdida de calor.

Distribución de Vapor y Condensado

16. Recuperar Condensado:

El condensado generado por vapor utilizado puede ser recuperado y es otro potencial para reducir el consumo de combustible. Cada 10% de condensado recuperado, hace posible un ahorro de combustible superior al 1%. Además es posible reutilizar el agua y los productos químicos del tratamiento, además tomar ventaja del calor latente restante del condensado caliente.

- ◆ Retornar el condensado al tanque de agua de caldera cuando no esté contaminado. Cuando la distancia para retornar el condensado es excesiva, o si la presión de descarga es baja, se recomienda sistemas de bombeo. Un

sistema típico está compuesto por un tanque de expansión, una bomba y las líneas de retorno.

- ◆ Recuperar el vapor "flash" (calor latente) de presión adecuada del condensado de media presión devuelto de secadores, cambiadores de calor, etc. para los calentadores del proceso, de servicio, los de tanques de lavado y de blanqueo, de agua caliente, etc. La recuperación del vapor Flash es efectiva donde hay demanda por vapor de baja presión.
- ◆ Usar el calor rechazado en condensadores de sistemas de refrigeración o de aire acondicionado para calentar el agua de proceso o de servicio.

17. Instituir Buenas Prácticas en distribución de vapor y retorno de condensado.

- ◆ Diseñar bien las líneas de distribución de vapor y retorno de condensado.
- ◆ Usar el tamaño y tipo adecuado de trampas para cada proceso. Una frecuencia de descarga alta es indicio de capacidad de trampa insuficiente.
- ◆ Efectuar mantenimiento regular: reemplazar y/o reparar oportunamente trampas de vapor defectuosas, aislamiento térmico en la caldera, en las tuberías de vapor, en el sistema de retorno de condensado y accesorios; Evitar la deformación y el humedecimiento del aislante, las fugas de vapor en las líneas de distribución, empalmes, uniones, válvulas etc.; retirar tramos de tubería que ya no forman parte del proceso, las válvulas que no sean útiles.
- ◆ Aislar y proteger de la humedad los tanques de condensado.
- ◆ Mantener limpios los serpentines que se utilizan para precalentamiento.
- ◆ Disminuir la presión del sistema de vapor al nivel mínimo necesario para reducir pérdidas térmicas.

Mejoras en la Operación (para reducir el Uso de Agua e Insumos):

18 Reutilizar el Agua de Enjuague de las Últimas Etapas de Desengomado. De las últimas a las primeras etapas de esta operación existe una diferencia de altura que permite la recirculación por gravedad sin necesidad de bombeo.

- 19 Reutilizar la Descarga Final del Agua del Blanqueo y la del Enjuague de Lavado para el Desengomado. En tanto no se recupere la goma (la corriente caustica o de blanqueo degradan muchos compuestos de la goma al punto que ya no puede ser recuperada) la soda cáustica y el detergente que contienen estas aguas, facilitan la limpieza que se realiza en el desengomado. Los procesos de lavado de blanqueo y desengomado se desarrollan en forma paralela, lo que hace factible el reciclaje continuo sin necesidad de almacenar el efluente del lavado de blanqueo. Se puede reutilizar alrededor del 40 % de este caudal. El volumen del lavado de blanqueo de un lote de tela A se bombea en forma continua al desengomado de un lote de tela B. El desengomado no requiere agua de alta calidad. El agua de enjuague de lavado es adecuada para reuso en otros procesos, especialmente las de lavado de mezclas algodón/sintéticas. Los enjuagues de lavado también pueden ser reutilizados para lavar pisos y equipos.
- 20 Reutilizar el Agua del Baño de Tintura. Existen dos procedimientos en los procesos discontinuos: El baño de tintura se bombea a un tanque de vacío, mientras el producto se aclara en el equipo en el cual se tiñó. O bien el tejido se retira del baño, se coloca y aclara en otro equipo. El sistema más actual extrae el tejido en cuerda y lo someten a extracción al vacío. El producto recuperado se reenvía al baño de tintura. El tejido se rocía con agua y se pasa a una segunda succión, donde se recoge el agua del aclarado.
21. Reutilizar el Agua de Enjuague Final del Teñido. El agua del último enjuague en el teñido discontinuo es bastante limpia y puede ser usada directamente en otros enjuagues o para reposición de tinte en baños subsiguientes.
- 22 Reciclar el Baño Reconstituido de Blanqueo hasta para 5 Lotes. En vez de descargar a la alcantarilla la solución de blanqueo después de un solo uso,

se reutiliza para varios lotes, previo ajuste de la concentración de detergente, soda y peróxido.

23 Gestionar los Baños. Llevar registro de las telas a teñir; los métodos de teñido y su efectividad; los consumos de agua (en las diferentes etapas del proceso y equipos), de colorantes, auxiliares de teñido; de tiempo y de la eficiencia productiva de los equipos básicos y auxiliares, para optimizar y verificar la Eficiencia vs. Calidad de lotes de teñido.

Mejorar los sistemas de alimentación de las materias primas y auxiliares para evitar pérdidas por manipulación y transporte, el suministro en lo posible desde lugares centralizados. La Alimentación de colorantes preferiblemente será por gravedad o sistemas automáticos. Controlar la preparación y evitar pérdidas de colorantes. Emplear colorantes granulados que facilitan una mejor dosificación y generan menos polvos contaminantes.

Si es necesario, modificar la maquinaria para reducir la relación de baño. La razón tinte-baño (unidades de tinte requeridas por unidad de tela) depende del tipo de tinte, sistema de teñido, afinidad del tinte por las fibras.

Si el tejido y el baño circulan se mejora el contacto entre ellos, asegurando la óptima distribución del color en el tejido y homogeneidad del baño lo que permite reducir la relación de baño.

24 Equilibrar el Agua Drenada y la de Entrada (Aclarado Inteligente). Programar vaciar y llenar es más eficiente en relaciones de baño bajas.

25 Utilizar Mecanismos de Ahorro de Agua. Las válvulas de parada automática ajustadas al tiempo, nivel o temperatura optimizan el flujo y controlan el consumo de agua aumentando la eficiencia en las máquinas. Se puede lograr una reducción de hasta 20 % en el uso del agua con válvulas de parada automática ajustadas térmicamente. El Uso de Válvulas de Control de Flujo o las Reductoras de Presión reducen significativamente la cantidad de

agua usada en el lavado (particularmente donde los operadores no estén conscientes de la necesidad de conservar el agua). Usando un sistema digital se determina en forma precisa el punto final, obteniendo la máxima capacidad de los equipos sin utilizar tiempos excesivos. Los tanques del agua caliente requieren control automático de la temperatura.

26. Aumentar la Eficiencia del Lavado. Identificar previamente el lavado innecesario tanto de telas como de equipos. Además del lavado a contracorriente, instalando rodillos de exprimido, lavaderos de chorro con paletas vibrantes, y otros medios mecánicos para lograr mayores turbulencias se reduce el agua contaminante que se transfiere a los siguientes pasos disminuyendo el consumo de agua.

27. Programar la Producción. Por ejemplo, formular las tinturas de claras a oscuras (para no limpiar las tinas con los diferentes lotes); seleccionar cuidadosamente las cargas para minimizar el ajuste de las variables de las máquinas y la composición químicos/detergente; trabajar cargas completas o bajar convenientemente el nivel del agua en cargas parciales.

28. Cambio en los Insumos. Sustituir los reactivos y sustancias perjudiciales para el ambiente por otras menos agresivos y de similar eficacia:

- Sustituir colorantes de tina preferentemente por colorantes reactivos. Las aguas residuales generadas presentan una DQO muy inferior.
- Sustituir el Hipoclorito o clorito de Sodio por el Peróxido de hidrógeno, lo que presenta Ventajas técnicas y ecológicas en el blanqueo.
- Reducir el uso de Cloro empleando el método de oxidación o alcalino.
- En lugar de enzimas para remover la cola de almidón, emplear el Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2) que genera CO_2 y agua en vez de almidón hidrolizado que eleva el nivel de DBO_5 en los efluentes.

- Sustituir las tinturas con cromo por colorantes premetalizados. Reduce la carga de Cromo en las aguas residuales y el riesgo de exposición a compuestos tóxicos.
 - Sustituir auxiliares como ácido fórmico, fosfatos, por ácido acético (control de pH) y ácido EDTA - (Etilen-DiaminaTetra-Acético.) acondicionador de agua. Reducen la DBO y la carga de fosfatos en el agua residual.
 - Sustituir Detergentes no biodegradables por biodegradables. Disminuyen la carga de contaminantes en las aguas residuales.
 - Usar Productos base agua reemplazando a productos base solvente (limpieza de máquinas) disminuye la carga de contaminantes en el agua residual y las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs).
 - Emplear reactivos de alta temperatura (permiten la aplicación simultánea de colorantes dispersos y reactivos). Reducen la energía necesaria y eliminan la necesidad de un baño cáustico posterior al teñido disperso.
 - Emplear reactivos de fijación mejorados. Reducen la cantidad de colorante que no reacciona y la degradación en los baños usados, aumentando las posibilidades de reuso de las aguas de lavado ya gastadas.
 - Combinar Reactivos con agentes de lavado incrementa la eficiencia de lavado y la velocidad de reacción.
 - Emplear tinturas libres de cobre reduce la carga de contaminantes en el agua residual y disminuye los riesgos del personal expuesto (puede sacrificar el rango de sombras de color alcanzado).
- 29 Mezclar y Pesar Previo a la Operación. Por ejemplo, mezclar en forma total las soluciones de colorantes y carbonato de sodio en un tanque acoplado al equipo de tinturado. Se complementa con control preciso en el pesaje de los

químicos. Cada proceso requiere diferentes cantidades de tinte por unidad de tela a teñir.

Mejorar Prácticas Ambientales y de Gestión (PC):

30. Gestionar los Residuos Sólidos. Establecer formatos de seguimiento y control de los consumos de materias primas e insumos vs. Programas de minimización de los residuos en todas las líneas del proceso de producción. Los residuos sólidos son susceptibles de reusar y reciclar. Los trozos de tela, los hilos, la mota, etc. puede ser materia prima en la fabricación de pulpa para la industria papelera. Reducir embalajes, usar contenedores reciclables.
31. Aplicar un Programa de Mantenimiento. Abordar las pérdidas de residuos líquidos provenientes de derrames, soluciónes fuera de especificación, fugas y goteras en los equipos, cañerías, válvulas y trampas de vapor con mantenimiento consistente en inspección, evaluación, reparación, verificación de válvulas, sensores y controles; Usar aparatos mecánicos de limpieza; drenar bien antes y después de limpiar. Con tamices se pueden prevenir el bloqueo de las líneas de proceso, de las toberas de aerosol y de las válvulas. Controlar el mantenimiento predictivo preferible semestralmente de los equipos que alimentan al proceso: montacargas, motores, etc.
32. Aplicar un Programa de Capacitación. Adoptar el programa que fomente las actividades organizacionales e impulse los cambios en las prácticas operativas de teñido que impliquen pequeños ajustes, que traigan como consecuencia la disminución de los consumos de materias primas, de agua y de energía y mejoren la gestión de calidad y ambiental al interior del proceso. Verificar se tenga personal capacitado y entrenado para el manejo de sustancias peligrosas y manipulación de las materias primas y los materiales requeridos en el proceso de producción.

33. Gestión con Proveedores que incluya Actualizar la Información Técnica.

Incorporar una política de gestión con proveedores para una adquisición responsable de las materias primas y de los materiales auxiliares, con criterios de selección en términos de calidad, productos menos contaminantes, suministrados en envases y contenedores retornables, que elimine empaques innecesarios, no involucre costos de manipulación y manejo en el lugar de almacenamiento o exposiciones del personal.

Verificar las materias primas en el sitio del proveedor. Realizar análisis y pruebas de calidad al ingreso y en el Almacenamiento.

Evaluar la capacidad financiera para asegurar el suministro de las materias primas y productos en forma eficiente dentro de lo programado.

34. Seguir el Desarrollo de los Cambios Tecnológicos. Informarse de la tecnología de punta para considerarla oportunamente, como la ultrafiltración para recuperar partículas de tintura del agua residual; sistemas de lavado con ozono (usar ozono en vez de detergente como agente de limpieza, proceso de ciclo cerrado con sólo agua fría que reduce el agua de enjuague al mínimo); teñidos alternativos con menor consumo de agua, energía y de químicos, por ejemplo: licor de bajo contenido, con mejor fijación del colorante; emplear almohadillas; emplear los colorantes a través de un medio de espuma (aire disperso en un líquido) u otros disolventes para teñido; emplear aspersores (sprays), etc.

CAPÍTULO 5

BENEFICIOS AMBIENTALES DEL PLAN

5.1 El Consumo de Energía y la Contaminación Ambiental

El consumo de energía genera emisiones contaminantes. De estos contaminantes, a los GEI se les atribuye la mayor responsabilidad por el incremento de la temperatura global y de los disturbios en los patrones del clima. Entre los GEI se encuentran: dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre y emisión de partículas. El efecto causado por la emisión de GEI a la atmósfera se mide por el índice de Poder de Calentamiento Global (PCG ó GWP por sus siglas en inglés). La EE es la categoría más importante en la mitigación de GEI.

El nivel de emisiones al ambiente debido al consumo de energía en el sector industrial (incluido el textil) se registra en el balance nacional de energía (BNE) elaborado anualmente por el MEM. El nivel de emisiones el 2006 fue:

Tabla 5.1: Emisiones por Contaminantes en el Sector Industrial de Perú

CONTAMINANTE	EMISIONES
Dióxido de Carbono (CO ₂)	6.0 millones toneladas
Monóxido de Carbono (CO)	Mínimo
Metano (CH ₄)	300 toneladas
Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	18 mil toneladas
Óxidos de Azufre (SO _x)	40 mil toneladas
Partículas	100 toneladas

Fuente: BNE -2006, MEM

El Uso Eficiente de la Energía permite disminuir en forma efectiva la contaminación ambiental, reduciendo las emisiones de dióxido de carbono equivalente. Será significativa la disminución de la emisión de CO₂, en la medida que se logren ahorros energéticos, mejorando así las condiciones ambientales de la Tintorería.

Existen herramientas para promover la ecoeficiencia y el ahorro de energía en la industria, como los sistemas de administración ambiental, la evaluación del ciclo de vida de productos y procesos, el ecodiseño, el etiquetado ambiental, la contabilidad de costos, que permiten la reducción de emisiones y contribuyen al control de la contaminación atmosférica, atendiendo al aspecto preventivo.

Diversas prácticas garantizan el incremento de la EE en el sector industrial: Cambios en la operación, incremento del desempeño de transmisiones mecánicas, el Mantenimiento Preventivo, el Manejo Energético: mayor aprovechamiento del vapor, Cogeneración, Recuperación de calor; el mejor uso de las materias primas (reciclaje y avances en el proceso) son métodos que se implantan con menores riesgos, costos y reditúan ahorros de energía. Cambios de equipos de producción (p.ej. a motores industriales eficientes) y de tecnologías (cambios mayores en los procesos) requieren de nuevas instalaciones e inversiones, que pueden o no justificarse económicamente y muchas veces no contemplan la relación costo/beneficio.

Las acciones de mitigación de la contaminación las agrupamos en dos criterios:

- En las que los ahorros en el consumo de energía son el criterio dominante y
- En las que la eficiencia de producción y la calidad del producto prevalecen.

Las primeras son llamadas "costo-energéticas" las segundas "costo-no energéticas". Las opciones costo-energéticas incluyen:

- Medidas que incrementen la EE de las instalaciones existentes.
- La producción y uso de equipos más eficientes, y
- La sustitución de combustibles.

5.2 Gases de Efecto Invernadero (GEI)

El Efecto Invernadero es el fenómeno natural necesario para la vida en la Tierra que ocurre en la atmósfera de la Tierra desde hace millones de años, consistente en el calentamiento de la atmósfera debido a la presencia de gases

que retienen el calor emitido por la superficie terrestre. Sin él, no tendríamos agua en forma líquida ni habría forma de vida alguna. La atmósfera absorbe radiación terrestre que se desprende de la superficie y vuelve a emitirla en altitudes superiores y temperaturas más bajas (la radiación, las corrientes de aire, la evaporación, la formación de nubes y las lluvias transportan dicha energía a altas esferas de la atmósfera y de ahí se libera al espacio).

El Poder o Potencial de Calentamiento Global (PCG; GWP por sus siglas en inglés) es un índice que compara el poder relativo de los GEI para contribuir al calentamiento global; es decir, el calor adicional retenido en los ecosistemas terrestres debido a la liberación de estos gases a la atmósfera. Es un factor que describe el impacto de la fuerza radiativa (grado de daño a la atmósfera) de una unidad de GEI en relación con una unidad de CO₂. CO₂ equivalente (CO₂e) es la medida utilizada para indicar el GWP de cada uno de los principales GEI señalados en el PK, tomando como referencia el carbono.

Los tres gases GEI más encontrados en la naturaleza son:

El dióxido de carbono (CO₂). Liberado como producto de la combustión de combustibles fósiles, algunos procesos industriales y cambios en el manejo de los usos del suelo. Para el CO₂ se considera el valor base del GWP igual a 1.

El Gas metano (CH₄). Emitido en la minería de carbón, rellenos sanitarios, ganadería y extracción de gas y petróleo. El CH₄ tiene un GWP igual a 21 (21 veces más potente que el CO₂).

El Gas óxido nitroso (N₂O). Producido durante la elaboración de fertilizantes y la combustión de combustibles fósiles. El mayor contribuyente es el sector transporte. El N₂O tiene un GWP igual a 296.

Además hay otros tres gases que resultan principalmente de la ingeniería química. Estos son:

Los hidrofluorocarbonados (HFC). Se emiten en algunos procesos industriales y se los usa en refrigeración y equipos de aire acondicionado. Los HFC tienen un GWP igual a 1,300 (1,300 veces más potente que el CO₂).

Los perfluorocarbonados (PFC). Desarrollados e introducidos como una alternativa para reemplazar a algunos gases que destruían la capa de ozono, estos gases son emitidos en una variedad de procesos industriales. Los PFC tienen un GWP que va de 6,500 a 9,200.

El hexafluoruro de azufre (SF₆). Es emitido en pocos procesos industriales, como durante la producción de magnesio y se aplica en algunos equipos eléctricos. Es el más potente de los GEI. El GWP de SF₆ es de 22,000.

5.3 Elegibilidad del Proyecto para Aplicar al Mecanismo de Desarrollo Limpio

El FONAM promueve proyectos MDL para medianas y pequeñas empresas MyPEs. Se entrega un perfil para su evaluación a expertos y compradores de carbono para determinar preliminarmente su factibilidad acorde a las reglas del MDL y decidir si vale la pena proseguir con estudios más avanzados. La validación de los estudios es realizada por entidades internacionales. La preparación completa de documentos es costosa. En las condiciones que prevalecen, acceder a MDL sería muy oneroso para las MyPEs.

Consideramos que, las metodologías exigidas, consolidadas y preparadas por el Panel Metodológico de la Convención de las Naciones Unidas (MethPanel) son accesibles y prácticas, instrumentos sencillos y reproducibles, aplicándolas se puede dar un aproximado de las mejoras ambientales en término de reducción de emisiones en proyectos energéticos o de producción más limpia y resultan útiles para evaluar los BA del Plan de Optimización de la EE.

El Banco Mundial (BM) y el Fondo Prototipo de Carbono (PCF por sus siglas en inglés) para una muestra de alrededor de treinta proyectos MDL y de

implementación conjunta (IC) encontró que los costos de transacción ascienden a alrededor de US\$ 200,000 según muestra el Gráfico 5.1.

Cuadro 5.1: Costo de Proyecto MDL-IC del PCF

Etapas del ciclo del proyecto MDL-IC del PCF	Costo (en US\$, promedio)
Preparación y revisión del proyecto	27,216
• Nota Idea de Proyecto (PIN)	8.207
• Nota Concepto de Proyecto (PCN)	19.009
Estudio de Línea de Base y Protocolo de Monitoreo y Verificación	61,412
• Estudio de Línea de Base y Proyecciones de Emisiones Reducidas	36.461
• Protocolo de Monitoreo y Verificación	20.840
• Documento de Diseño de Proyecto (PDD)	4.111
Subtotal	88,628
Proceso de validación	33,415
• Protocolo de validación	33.415
Negociación de acuerdos de compra	89,990
• Evaluación del proyecto y documentación relacionada	49.971
• Hoja de términos	15.132
• Acuerdo de compra de reducciones de emisiones reducidas (gastos legales)	24.887
Total costos de transacción	212,033

Para conocer si el proyecto para la de tintorería de esta planta textil se adecua a las exigencias del MDL usaremos Cuadros y datos elaborados por el PCF. En el Capítulo 2, Sección 2.1 se señalaron las 7 categorías de elegibilidad de un proyecto como MDL. De acuerdo a éstas, nuestras recomendaciones están en la categoría 3, de Eficiencia Energética, por el ahorro del consumo de combustible y en la categoría 2, por el Cambio de combustibles de alta intensidad de carbono a otros de menor intensidad.

Se cumplirán los requisitos (señalados en la sección mencionada) de cálculo aproximado de la reducción de emisiones que generaría el escenario con proyecto comparado con el escenario sin proyecto y se evaluará el impacto ambiental y económico.

5.4 Procedimiento para el Cálculo Aproximado de la Reducción de Emisiones que Generaría el Escenario con Proyecto en Comparación con la Línea de Base.

La Línea de Base (LB) es el escenario de emisiones sin proyecto. La LB o base de referencia representa las emisiones antropógenas por las fuentes y la

absorción antropógena por los sumideros de GEI en del ámbito del proyecto propuesto. Se establece una LB exponiendo para cada proyecto las razones en cuanto a la selección de los criterios, hipótesis, metodologías, parámetros, fuentes de datos y factores esenciales teniendo en cuenta las circunstancias nacionales y/o sectoriales como, por ej., la disponibilidad local de combustibles, los planes de expansión del sector energía y la situación económica del sector correspondiente considerando las incertidumbres y usando hipótesis prudentes.

La LB debe ser definida de forma tal que las reducciones de emisiones no se logren sólo por la disminución en la actividad del proyecto. Por ej., un caldero que usualmente trabaja 12 horas al día, por una disminución en la producción trabaja 8, las reducciones logradas no podrán ser contabilizadas. La LB incluye un plan de vigilancia con los datos necesarios para estimar o medir las emisiones antropógenas, el aumento y/o la reducción de éstas por las fuentes y/o la remoción antropógena por los sumideros de los GEI que se produzcan dentro y las que ocurran fuera de este ámbito, que sean considerables y que puedan atribuirse al proyecto especificando las posibles fuentes. (El ámbito abarca las emisiones antropógenas por las fuentes y/o la absorción por los sumideros de GEI que estén bajo el control de los participantes que sean considerables y razonablemente atribuibles al proyecto).

El plan de vigilancia también reúne y archiva la información sobre las repercusiones ambientales; documentación de todas las etapas de las operaciones de cálculo; procedimientos de garantía y control de calidad para el proceso de vigilancia; procedimientos para el cálculo periódico de las reducciones de las emisiones antropógenas por las fuentes y/o los incrementos de la absorción antropógena por los sumideros atribuibles al proyecto propuesto y de los eventuales efectos de fuga. Fuga es la variación neta de las emisiones

antropógenas por las fuentes y/o la absorción por los sumideros de GEI que ocurre fuera del ámbito del proyecto, mensurable y atribuible a éste.

Las mejoras recomendadas para la tintorería son propuestas como proyectos.

La vida útil se considerará 10 años.

5.5 Estimación de la Reducción de las Emisiones de GEI de las Propuestas.

El Plan Inicial de Mejoras Recomendado está resumido en la Tabla 5.2 y las Propuestas para la Reducción de las Emisiones en la Tabla 5.3.

Tabla 5.2: Resumen del Plan de Mejoras para Optimización de la EE de la Tintorería

IT	Mejoras En Sistema Eléctrico:
	Iluminación
	Sistema General
	Motores
	Bombas
	Compresor
	Mejoras en Sistemas Térmicos:
12	Optimización en el Uso de Combustibles
	Caldera y otros equipos
15	Recuperación y Conservación de Calor: Caldera, Rama y otros equipos
	Distribución de Vapor y Condensado
	Mejoras en la Operación (para reducir el Uso de Agua e Insumos)
	Mejorar Prácticas Ambientales y de Gestión (PC)

Tabla 5.3: Propuestas de Reducción de las Emisiones de GEI

Propuesta	
1	Cambio de Combustibles de Alta Intensidad de Carbono a Combustibles de Menor Intensidad de C.
2	EE - Ahorro de Energía en el Sistema Eléctrico General.
3	EE- Ahorro de Energía en el Sistema de Alumbrado.
4	EE- Ahorro de Energía con Mejoras de Eficiencia.
5	EE- Ahorro de Energía con Mejoras en la Operación (para reducir el Uso de Agua e Insumos) y de Gestión.

Para la determinación de las emisiones se pueden usar como datos la energía producida o la requerida y el factor de emisión de CO₂ por cada tecnología. O se establece las emisiones en base al consumo de combustible y la eficiencia. La elección del método está vinculada a la disponibilidad de información.

Propuesta 1: Cambio de Combustibles de Alta Intensidad de Carbono a Combustibles de Menor Intensidad de Carbono.

El proyecto se sustenta en la sustitución de combustible en los mismos equipos en los que se realizan las operaciones. Debido a que el GN será una alternativa energética, la Textil está pensando en sustituir el petróleo residual que usa en los equipos por GN. Las mejoras que se consigan por el aumento de la eficiencia en éstos no han sido consideradas en esta propuesta.

Además de los beneficios que reporta a la industria textil el uso del GN como combustible en las calderas de vapor, son múltiples los procesos donde el gas encuentra aplicaciones específicas que lo convierten en prácticamente imprescindible: aplicaciones de acción directa de la llama (chamuscado); aplicaciones de calentamiento por contacto (calandrado); aplicaciones de calentamiento por radiación (presecado); aplicaciones de calentamiento directo por convección en secadores y ramas, en sustitución del tradicional sistema de calentamiento mediante fluidos intermedios, con el consiguiente ahorro energético (entre el 20 y el 30%); la posibilidad de calentamiento directo de los baños líquidos mediante tubos sumergidos o por combustión sumergida.

Línea de base: continuar usando petróleo residual como combustible.

Cálculo de reducción de emisiones con datos del consumo de combustible:

Si tenemos el consumo de combustible que será reemplazado por una fuente más limpia de energía, se puede calcular la reducción de emisiones directamente a través del valor neto calorífico de los combustibles.

Necesitamos además el Contenido Promedio de Carbono en los Combustibles.

Estos datos nos los proporcionan las tablas: Tabla 5.4 y Tabla 5.5 que siguen.

Tabla 5.4: Valores Caloríficos Netos de Productos Refinados de Petróleo y Gas

Combustibles líquidos	Gravedad específica (kg/l) ^a	Valor Neto Calórico		
		MJ/kg	TJ por 1,000 t	MJ/l
Petróleo crudo	0,86	41,90	41,90	36,23
Gas licuado de petróleo (GLP)	0,52	47,31	47,31	25,55
Gasolina	0,74	44,80	44,80	33,15
Queroseno	0,81	44,75	44,75	36,25
Combustible de avión	0,82	44,59	44,59	36,76
Diesel	0,84	43,33	43,33	36,40
Combustible residual	0,94	40,19	40,19	37,78
Gas natural licuado	0,42	52,80	52,80	22,13
Gas	Densidad (kg/m ³)	Valor neto calorífico (MJ/m ³)		
Gas natural	0,70	34,8		
Gas de refinería	0,95	46,1		
Metano	0,72	33,5		
Etano	1,36	59,5		
Propano (GLP)	2,02	85,8		
Butano (GLP)	2,07	111,8		
Biogas de biodigestor	1,14	22,5		

^a Gravedad específica es equivalente a densidad. La gravedad específica es el peso relativo al agua, donde 1 m³ de agua = 1 t, helado.

Fuente: Global Environment Division: Greenhouse Gas Assessment Handbook: A Practical Guidance Document for the Assessment of Project-level Greenhouse Gas Emissions, Environment Department Paris, Paper n.º 04, The World Bank, septiembre de 1998, p. 134.

Tabla 5.5: Contenido Promedio de Carbono en Algunos Combustibles

Combustibles primarios	Contenido de carbón (tC/TJ)
Petróleo crudo	20,2
Gas natural (seco)	15,3
Líquidos del gas natural	15,2
Antracita	26,8
Carbon	25,8
Lignito	27,9
Combustibles secundarios	Contenido de carbón (tC/TJ)
Gasolina	18,9
Gas natural (puro metano)	14,5
Jet queroseno	19,5
Queroseno	19,6
Gas Diesel	20,2
Residual	21,1
GLP	17,2
Etano	20,3

Fuente: IPCC 1995

Consumo Anual Histórico Promedio de Combustible para una producción de 60 TM mensuales: 32,600 galones de petróleo residual mensual equivalente a 391,200 galones de petróleo anuales.

En litros, $391,200 \times 3.7854 = 1'480,848.48$ litros (1 galón = 3.7854 litros).

Emisiones de GEI sin Sustitución de combustibles (sin proyecto):

De la Tabla 5.4, un litro de residual tiene un valor calorífico neto de 37.78 MJ, por tanto valor calorífico neto del combustible residual consumido al año en la tintorería es $37.78 \times 1'480,848.48 = 55'946,455.57 \text{ MJ} = 55.95 \text{ TJ}$

De la Tabla 5.5, el Contenido Promedio de Carbón del Petróleo Residual es: 21.1 tC/TJ

Emisiones anuales de carbono: $55.95 \text{ TJ} \times 21.1 \text{ tC/TJ} = 1180.545 \text{ tC}$

Es decir, consumir 391,200 de galones de residual en un año equivale a emitir a la atmósfera 1180.545 toneladas de carbono.

Para determinar las emisiones de CO₂e:

Unidades de conversión: 1 tonelada de C = $44/12$ veces CO₂ = 3.66 veces CO₂

Emisiones de CO₂e: $1180.5 \times 44/12 = 4,328.5 \text{ tCO}_2\text{e}$ al año.

En la Tintorería de la planta textil considerada, las emisiones de dióxido de carbono atribuibles al consumo anual de 391,200 galones de petróleo residual se estimaron en 4,328.5 toneladas de CO₂e.

Emisión de GEI con Sustitución de Combustibles:

El proyecto mantiene los mismos equipos y solo cambia el combustible; por lo tanto, la demanda de la Tintorería será la misma, es decir, 55.95 TJ/año.

El Contenido Promedio de Carbono (factor de emisión) del GN es de 15.3 tC/TJ.

(Ver Tabla 5.5)

Emisiones anuales de carbono: $55.95 \times 15.3 = 856.035 \text{ tC}$

Para determinar las emisiones de CO₂e: $856.035 \times 44/12 = 3,138.80 \text{ tCO}_2\text{e/año}$

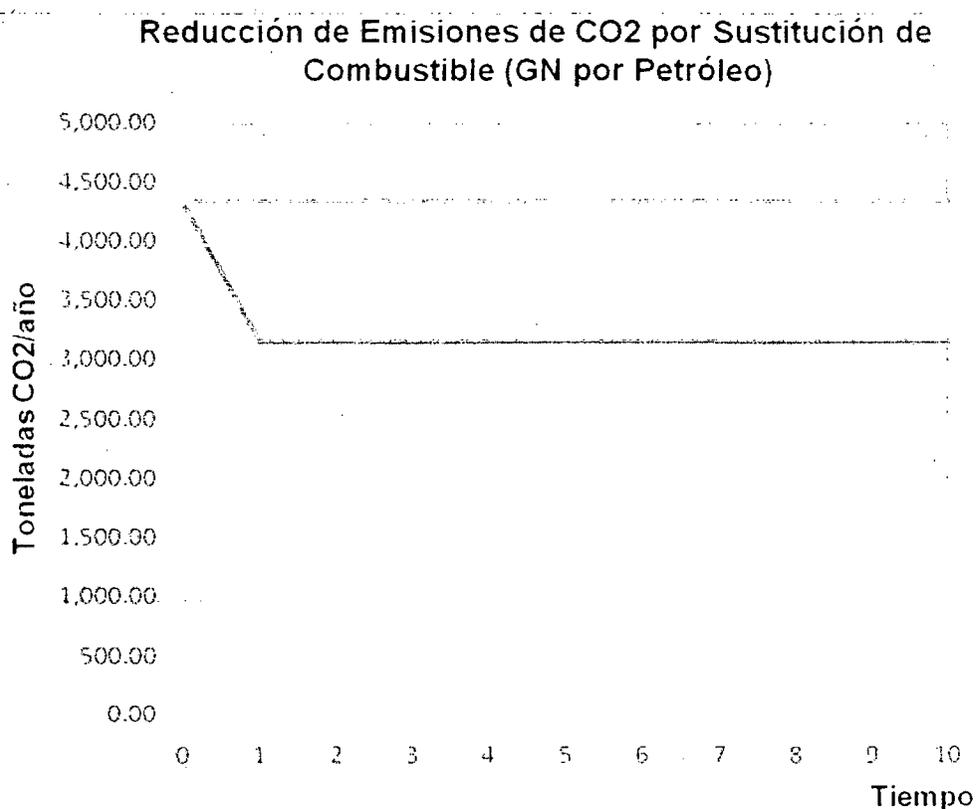
La reducción de emisiones estará dada por la diferencia entre las emisiones sin el proyecto y las que se lograrán con el proyecto:

$4,328.50 - 3,138.80 = 1,190 \text{ tCO}_2\text{e/año}$

Durante la vida útil de este proyecto con Sustitución de combustibles se obtendrán reducciones de emisiones de 11,900 tCO₂e.

Los equipos de transporte de las materias primas y los materiales que se requieran en el proceso de producción, preferiblemente deben operar con combustibles limpios, por Ej.: Eléctricos, a Gas o con Baterías recargables.

Gráfico 5.1: Reducción de Emisiones de CO₂ por la sustitución de combustibles



Propuesta 2: Eficiencia Energética-Ahorro de Energía en el Sistema Eléctrico

En el Perú además de las hidráulicas, existen centrales térmicas, que operan principalmente durante las horas punta (18:00 a 23:00 hrs). Las centrales eléctricas que producen electricidad durante dichas horas punta operan con petróleo diesel 2, cuyas emisiones se podrían reducir en forma proporcional a los ahorros de energía eléctrica en la industria textil.

Ahorrando energía eléctrica existe una reducción de emisiones de CO₂.

Una recomendación es reemplazar los motores estándar que actualmente se usan por motores de alta eficiencia e Instituir las Buenas Prácticas operativas y administrativas en la planta consideradas acorde al Plan de Optimización de la EE propuesto en el Capítulo 4.

Se estima conservadoramente que el resultado del proyecto será disminuir el consumo de energía en al menos 30 % (sin considerar reemplazo de motores, ni alumbrado y servicios, tema de la Propuesta 3) de 134,838 (137,718 - 2,880) a 94,386.6 kW-h/mes, lo que al año sería de 1'618,056 a 1'132,639 kW-h/año.

Como mínimo el consumo de energía disminuiría en 485.417 MW-h por año como resultado del proyecto.

Línea de base: está determinada por mantener la demanda de energía de la red sin considerar alumbrado y servicios en $134,838 \times 12 = 1'618,056$ kW-h al año.

Cálculo de reducción de emisiones: el GN será una alternativa energética, al determinar las emisiones se puede establecer la LB simulando cómo se comportará el Sistema Eléctrico Nacional al momento de ejecutarse el proyecto.

Para el Sistema Interconectado Nacional, el factor de emisión actual es de alrededor de 0.7 tCO₂e por MWh. Se espera que este factor se reduzca, ya que la mayoría de las plantas térmicas a petróleo serán remplazadas por gas natural. En el 2017, el Banco Mundial estima que el factor de emisión será de alrededor de 0.44 tCO₂e por MWh.

Como promedio se puede usar un factor de emisión de 0.57 tCO₂e por MWh. Seleccionamos 0.57 tCO₂e por cada MWh producido.

Las emisiones que se dejan de emitir a la atmósfera se calculan directamente: $485.417 \text{ MWh} \times 0.57 = 276.7$, redondeando 277 tCO₂e al año.

Durante la vida útil de este proyecto, 10 años, serán 2,770 tCO₂e

Propuesta 3: Eficiencia Energética - Ahorro de Energía en el Sistema de Alumbrado

El proyecto involucra reemplazar las luminarias que actualmente se usan por lámparas de alta eficiencia y de mejor desempeño ambiental, en las oficinas e instalaciones de la Tintorería.

Las lámparas más dañinas para el ambiente son las que emiten en el ultravioleta, pues estas longitudes de onda son las que más fuertemente esparcidas por la atmósfera y no tienen utilidad luminotécnica. Las menos perjudiciales son las de vapor de sodio de baja presión al emitir prácticamente en una estrecha línea del espectro, dejando limpio el resto del mismo. Estas son las más eficaces consumiendo para un mismo paquete luminoso, 5 veces menos que las incandescentes, 2,2 menos que las de mercurio y 1,5 veces menos que las de vapor de sodio de alta presión y fluorescentes.

Se está difundiendo la iluminación con LEDs. En 1993 se logra producir LEDs de luz azul, que fue la base del desarrollo de la luz blanca. En el 2003 se logra el LED de luz blanca directa que ofrece fiabilidad, mayor EE y resistencia a las vibraciones, mejor visión en diversas circunstancias de iluminación, capacidad para operar intermitentemente de modo continuo, respuesta rápida, menor disipación de energía y menor riesgo para el medio ambiente, etc. Con LEDs se pueden producir luces de diferentes colores con un rendimiento luminoso elevado, a diferencia de otras lámparas utilizadas ahora, que usan filtros para lograr un efecto similar (reducción de su EE).

Línea de base: está determinada por la continuación del uso de las lámparas convencionales.

Emisiones de GEI sin Sustitución de Luminarias (sin proyecto): 2,880 kW-h/mes representa 34.560 MW-h/año.

Cálculo de reducción de emisiones: El resultado del proyecto será disminuir el consumo de energía en no menos del 50 % de 2,880 a 1440 kW-h/mes, lo que al año representa 17,280 kW-h ó 17.28 MW-h de reducción por año.

Como mencionásemos en el acápite anterior para el Sistema Interconectado Nacional, el factor de emisión actual es de alrededor de 0.7 tCO₂e por MWh. Seleccionamos 0.57 tCO₂e por MWh producido.

Las emisiones que se dejan de emitir a la atmósfera se calculan directamente:

17.28 MWh x 0.57 = 9.85 redondeando 10 tCO₂e al año.

Durante la vida útil de este proyecto, 10 años, serán 100 tCO₂ e

Propuesta 4: Eficiencia Energética-Ahorro de Energía con Mejoras de Eficiencia

Consideremos del Plan Inicial de Mejoras la Optimización de EE de la Caldera.

La eficiencia térmica de las calderas toma en cuenta la cantidad de energía entregada por ésta en la forma de vapor y la recibida en forma de combustible.

La energía es introducida a la caldera mediante el proceso de combustión en forma de calor. El objetivo de una caldera es convertir este calor en la mayor cantidad de vapor posible. Todo calor perdido es una pérdida de la energía.

Hay 3 destinos para la energía que entra a la caldera: salir como vapor producido, perderse al ambiente como calor (Identificamos estas pérdidas como radiantes y convectivas, usualmente alrededor del 1%) o perderse a la atmósfera con los productos de combustión (la mayor parte del calor perdido).

Las conexiones esenciales para trabajar de una caldera compacta son vapor, energía eléctrica, combustible, agua y purgas. Según el diseño y los parámetros de operación, la eficiencia térmica puede llegar hasta el 90% sin usar turbulizadores o un economizador.

La empresa posee 1 caldero de 400 BHP (294 kW), que funciona un promedio de 384 horas al mes (4,608 horas al año). La eficiencia de la caldera varía entre 52 % y 86 %. El proyecto se basa en llevar a cabo las mejoras de operatividad y buenas Prácticas recomendadas en el Plan Inicial, puntos 13,14, 15, 16, 17.

Energía Anual Producida Por el Caldero: $294 \times 4,608 \times 0.52 = 704,471 \text{ kW-h}$

Con la mejora por las medidas adoptadas (el combustible sigue siendo PR6) para producir esta misma energía:

Consumo de Combustible = Energía Anual Producida Por El Caldero x Factor de Conversión / Eficiencia

Para convertir kWh a Joules, 1 kWh es igual a $3.6 \times 10^6 \text{ J}$ ($\text{TJ} = 10^{12}\text{J}$)

Consumo de Combustible **LB**: $704,471 \times 3.6 \times 10^6 / 0.52 \times 10^{12} = 4.877 \text{ TJ/año}$

Consumo de Combustible con **Dh**: $704,471 \times 3.6 \times 10^6 / 0.86 \times 10^{12} = 2.95 \text{ TJ/año}$

Emissiones Anuales de C = Consumo de Combustible x Factor de Emisión

El factor de emisión para el petróleo residual, es de 21.1 tC/TJ. (Ver la Tabla 5.3, el Contenido Promedio de Carbón del Petróleo Residual)

Emissiones Anuales de C del Caldero **LB**: $4.877 \text{ TJ} \times 21.1 \text{ tC/TJ} = 102.9 \text{ tC}$

Emissiones Anuales de C del Caldero **Dh**: $2.95 \text{ TJ} \times 21.1 \text{ tC/TJ} = 62.245 \text{ tC}$

Para determinar las emisiones de CO₂e:

Unidades de conversión: 1 tonelada de C = 44/12 veces CO₂

Emissiones de CO₂e **LB**: $102.9 \times 44/12 = 377.3 \text{ tCO}_2\text{e al año.}$

Emissiones de CO₂e con **Dh**: $62.245 \times 44/12 = 228.23 \text{ tCO}_2\text{e al año.}$

La reducción de emisiones de CO₂e estará dada por la diferencia entre las emisiones sin el proyecto y las que se lograrán con Mejoras de Eficiencia. $377.3 - 228.23 = 149.07 \text{ tCO}_2\text{e/año}$

Durante la vida útil del proyecto se dejarán de emitir 1,490.7 tCO₂e.

Del Plan Inicial de Mejoras la Optimización de EE de otros equipos:

En el secado de los tejidos son importantes los consumos energéticos y la generación de emisiones a la atmósfera (principalmente se tratan de vapor de agua). En la Mejora 15 se propone para la Rama la Recuperación del calor mediante un intercambiador de calor aire-agua que según los proveedores ahorraría hasta un 70 % de energía y el termoaislamiento (sellado efectivo de puertas), reduciría las pérdidas de calor en un 20 %.

Si bien es cierto estas ofertas son atractivas requerirían de inversión y la comparación entre los costos de las mejoras (repotenciación de la rama actual) y la adquisición de otra rama, ya nueva o usada, lo que no es materia del presente proyecto.

Propuesta 5: Eficiencia Energética-Ahorro de Energía con Mejoras en la Operación (para reducir el Uso de Agua e Insumos) y de Gestión (PC)

En el Plan Inicial de Mejoras Recomendado para Optimización de la EE de la Tintorería se recomiendan prácticas ambientales aplicables al sector textil, consideradas principios generales en la PC. Mediante la aplicación de medidas de PML se avanza en la solución de problemas ambientales.

Las mejoras en el proceso descritas del ítem 18 al 29 el Plan Inicial son ejemplos de PML y aplicándolas se consigue una significativa disminución en la cantidad de agua utilizada y en la de las aguas residuales generadas. La mayor parte de agua se consume en procesos de lavado y enjuague de materiales y equipos. En cuanto al volumen de Vertimientos, una forma eficaz de reducción es el uso del lavado en contracorriente mediante la técnica de enjuague por inmersión en aguas estancadas empezando con las de mayor concentración.

Si bien un programa de Mejoras en la Operación para reducir el Uso de Agua e Insumos y las Medidas de PML para Mejorar Prácticas Ambientales y de Gestión no podrían recibir, así clasificados, bonos del MDL, el Programa de

Mejoras Recomendado para la Innovación en la Operación y Gestión de la Tintorería repercute en la disminución del consumo de agua y energía con los consiguientes BA. Por ello comentaremos las medidas más prometedoras:

18. Reutilización del Agua de Enjuague de las Últimas Etapas de Desengomado en las primeras etapas de esta operación

Implementación: La instalación de una tubería de PVC permitirá la recirculación del agua de las últimas etapas a las primeras por gravedad sin necesidad de bombeo dada diferencia de altura entre estas.

BA: Reducción del consumo de agua y de reactivos.

19. Reutilización de la Descarga Final del Agua del Blanqueo

Los procesos de lavado de blanqueo y desengomado cuando se desarrollan en forma paralela, hace factible el reciclaje continuo de alrededor del 40 % del caudal que sale del lavado de blanqueo sin necesidad de almacenarlo. La soda cáustica y el detergente de las aguas del Blanqueo, facilitan la limpieza que se realiza en el desengomado. Esta agua de enjuague es adecuada para reuso en el descruce, para lavado de pisos y equipos.

Se recomienda almacenar la descarga final del agua de blanqueo en un tanque.

Implementación: El tanque para almacenar el efluente del lavado de blanqueo, evitaría la descarga a la alcantarilla del 60% de agua factible de reciclado.

El efluente del lavado del blanqueo sale a una temperatura media de 60° C.

BA: La temperatura que debe tener el agua para el lavado del desengomado es de 100° C, por lo que al reusar el agua que proviene del lavado de blanqueo se ahorra energía equivalente a calentar agua de 60°C a 100°C.

Con el reciclaje del efluente del lavado del blanqueo para el desengomado se reduce la DBO₅, debido a la oxidación de la materia orgánica existente en el efluente del desengomado con el oxígeno del peróxido contenido en el agua de lavado de blanqueo reciclado, disminuyendo también los sólidos en suspensión.

El reciclaje del agua del lavado de blanqueo para el desengomado podría reducir la DBO_5 en un 30 %.

Se ahorra detergente y sosa cáustica, necesarios en el desengomado, productos residuales en el efluente del lavado del blanqueo.

20. Reutilizar el Agua del Baño de Tintura. La Recirculación del agua en los procesos discontinuos de Tinturado tiene limitaciones para su aplicación relacionadas con la segregación de los efluentes y los costes económicos iniciales, pero se consiguen importantes reducciones del consumo de agua y de la cantidad de aguas residuales producidas.

BA: Reducción del consumo de agua y de reactivos. La reducción en reactivos puede ser de un 50 %.

22. Reciclar el Baño Reconstituido de Blanqueo para 5 Lotes.

La solución de blanqueo puede reconstituirse hasta para 5 lotes ajustando la concentración de detergente, soda y peróxido en cada baño con lo que disminuye la descarga del efluente a la alcantarilla.

BA: El consumo de peróxido y soda se reduce en no menos del 15 %.

Los niveles de DBO_5 y sólidos en suspensión del efluente disminuyen.

23. Gestionar los Baños. La programación y organización adecuada de lotes de materiales a teñir por tonos, colores y métodos de teñido que impliquen pequeños ajustes en los equipos permiten disminuir los residuos de los procesos. Los controles de los materiales y las telas a teñir reducen el margen de productos rechazados o reprocesados por defectos.

Verificar y controlar los tiempos muertos o de esperas con formatos adecuados en la alimentación al proceso permite disminuir los tiempos improductivos.

Si la razón tinte-baño y el contacto entre baño y tinte mejoran, se asegura la homogeneidad del color en el tejido. La preparación automatizada logra

relaciones de baño óptimas. La Automatización de la cocina de colores y de los sistemas de dosificación de reactivos disminuye el margen de error en las medidas (evitando ajustes posteriores de color u otros tratamientos) con el consiguiente ahorro.

BA: Disminuir la relación de baño, el consumo de agua y el uso de reactivos, reduce significativamente el consumo de energía, el volumen de efluentes, emisiones gaseosas y residuos sólidos.

24. Equilibrar el Agua Drenada y la de Entrada (Aclarado Inteligente).

El Aclarado Inteligente consiste en extraer el tejido en cuerda de la cuba y someterlo a un proceso de extracción al vacío. El producto recuperado se envía al baño de tintura. Posteriormente, el tejido se rocía con agua y se pasa por una segunda succión, donde se recoge el agua del aclarado.

El Vaciado/drenado consiste en vaciar y llenar varias veces el equipo de forma programada para conseguir un equilibrio entre el agua drenada y de entrada.

BA: Se mantienen los baños agotados de tintura y el agua de aclarado en diferentes corrientes, con lo que es posible reutilizar el agua.

25. Utilizar Mecanismos de Ahorro de Agua.

Se puede lograr una reducción de hasta 20 % en el consumo del agua con válvulas de parada automática ajustadas térmicamente.

Las Válvulas de Control de Flujo o las Reductoras de Presión complementadas por un sistema digital que determine el punto final, de lavado, teñido, evitan pérdida de agua blanda.

BA: Utilizando Mecanismos de Ahorro se disminuye la cantidad de agua usada obteniendo la máxima capacidad de los equipos sin utilizar tiempos excesivos para los procesos. Con controles se pueden mantener mínimo y precisos los flujos operativos y con tamices prevenir el bloqueo de las líneas de proceso, de las toberas de aerosol y de las válvulas reduciendo tiempos muertos.

26. Aumentar la Eficiencia del Lavado

Con condiciones de lavado mecánicas, como rociar y succionar, se aumenta la eficiencia del lavado y se reduce el consumo de agua. Se puede complementar con una recuperación de la energía térmica.

Es conveniente Revisar la Operación de la Lavadora para detectar fugas.

BA: Si se eliminan fugas, se ahorra en el consumo de agua y además al dejar de bombear el agua que se fuga, se reducen costos operativos.

El agua se pierde a una temperatura de 90° C. El gasto para calentar el agua hasta 90° C, es ahorro de energía para la empresa.

28. Cambio en los insumos.

Este ítem es informativo pues sustituir los reactivos y sustancias perjudiciales para el ambiente por otras menos agresivas y de similar eficacia es un proceso, que requerirá una evaluación de cada una de ellas por el departamento técnico hasta llegar a las condiciones ideales para su aplicación.

Por ejemplo: Usar Tintura por agotamiento con tintes reactivos, con baja aplicación de sales, para las fibras de celulosa es beneficioso. Las fibras de celulosa requieren usualmente 50-60 g/l de sal, que puede llegar a más de 100 g/l en sombras profundas con la Tintura por agotamiento tradicional. Con tintes reactivos se necesitan alrededor de dos terceras parte de estas cantidades. La mayoría de estos tintes son polifuncionales y presentan un elevado nivel de fijación, que favorece una reducción de la cantidad de tinte no fijado en las aguas residuales.

BA: La sustituciones ofrecen beneficios similares, ésta en particular presenta:

Reducción del consumo de sales en un 33 % aproximadamente. Las aguas residuales generadas presentan una DQO considerablemente inferior a si se utiliza colorantes de tina. Reducción de la salinidad de las aguas residuales.

29. Mezclar y Pesar Previo a la Operación.

Por ejemplo, el Mezclado de Soluciones de Colorantes y Carbonato de Sodio.

Agotando el tinte de los baños, determinado por la razón tinte-baño requerida, las cantidades de tinte usados disminuirá.

BA: Agotando el tinte de los baños, se tienen menos residuos. Esto es significativo pues el color y las sales de los tintes gastados en el efluente son una preocupación por la polución.

NOTA IMPORTANTE: de no observarse las Prácticas Ambientales y de Gestión señaladas de los ítems 30 al 34: Gestionar los Residuos Sólidos, Aplicar un Programa de Mantenimiento, otro de Capacitación, Gestión con Proveedores actualizando la Información Técnica y Seguir los Cambios Tecnológicos cualquier plan de Optimización de la Eficiencia Energética fracasará.

5.6 Reducción de las Emisiones de GEI Estimadas de las Propuestas

El estimado concerniente a la Reducción de Emisiones en tCO₂e se presenta en la Tabla 5.4.

La Tabla 5.6 resume los beneficios ambientales de la Propuesta 5 cuya contribución a la reducción de emisiones es indirecta y su cálculo sería referencial.

Tabla 5.6: Estimado de Reducción de Emisiones tCO₂e de las Propuestas

Propuesta		Reducción Emisiones tCO ₂ e al año
1	Cambio de Combustibles de Alta Intensidad de Carbono a Combustibles de Menor Intensidad de C	1,190
2	EE - Ahorro de Energía en el Sistema Eléctrico General	277
3	EE- Ahorro de Energía en el Sistema de Alumbrado.	10
4	EE- Ahorro de Energía con Mejoras de Eficiencia.	149
Total de Reducción de Emisiones tCO₂e al año		1,626
Total de Reducción de Emisiones tCO₂e estimado durante la vida útil de los Proyectos por las Propuestas del 1 al 4		16,260

Tabla 5.7: Beneficios Ambientales de la Propuesta 5

Propuesta	Beneficios Ambientales
5 EE - Ahorro de Energía con Mejoras en la Operación y de Gestión	Reducción de consumo de Agua, Reactivos e Insumos. Reducción de generación aguas residuales y residuos sólidos

CAPÍTULO 6

ESTRUCTURA DE COSTOS

6.1 Gestión Energética y Costos

“Los Ahorros en los Costos de la Energía se reflejan inmediatamente como aumento en las utilidades.” (De “Auditorías Energéticas”, Gran Bretaña).

Una política de gestión energética incluye el manejo integral de residuos y de emisiones que beneficia la protección ambiental, como también contribuye al cumplimiento de la Normatividad, reduce el riesgo a los trabajadores, incrementa la competitividad y prestigio de la empresa. Se suma el beneficio económico, resultando en una reducción de costos por la disminución de los consumos, especialmente el del agua, el de la energía, químicos, materias primas, de transporte, manejo, tratamiento, y/o disposición final de los residuos.

Las Tintorerías, si bien no generan efluentes excesivamente tóxicos, son consumidores de energía térmica en forma de vapor, utilizan cantidades de energía y agua (que luego debe tratarse), por ende los costos por consumo de combustibles son apreciables. Desde una visión global se podrían considerar las fuentes alternas de energía renovables (dentro de las cuales están: solar, térmica y fotovoltaica; térmica mediante sistemas híbridos (solar asistido por gas); eólica; geotérmica; energía de las olas y mareas). Desde la perspectiva industrial, la alternativa son aquellos procesos donde se pueden implementar estrategias de ahorro de energía (eléctrica, calorífica, térmica, etc.).

Tenemos que en los métodos convencionales para teñir telas la relación de baño es de 1:15 a 1:30. Esto significa que por cada kilogramo de tela se utilizan hasta 30 litros de agua en el proceso de teñido, debiendo sumarse el agua para enjuague, etc. Esta cantidad de agua utilizada durante el teñido debe ser

calentada y agitada (usualmente una hora). Lo habitual es utilizar vapor para calentar el baño y energía eléctrica para el movimiento. Esto hace que las tintorerías industriales tengan un alto costo de instalación y mantenimiento ya que es necesario contar con instalaciones especiales de agua, energía, fuerza motriz y vapor.

En grandes cantidades de tela se utilizan comúnmente los sistemas de teñido continuo o semi-continuo, donde la duración del baño es más corta, luego los consumos de agua y energía son menores. Con la utilización de medidas de PML e innovaciones metodológicas de bajo costo, se logra teñir con relaciones de baño más bajas a menores temperaturas con menor impacto ambiental y mayor rendimiento.

Los sistemas de recuperación de calor, el ahorro de energía, agua, materias primas y la reducción de vertimientos y emisiones atmosféricas reditúan financieramente y en los casos que se invierte en PML la recuperación de capital no se hace esperar.

El desarrollo del concepto PML es una herramienta de planeación económica para las empresas del sector textil y también un instrumento eficiente de autorregulación en la gestión.

El resumen de los costos reales de la gestión energética: manejo de emisiones y de los residuos basado en la información del volumen y tipo de residuos, costos de transporte, tratamiento, disposición final, etc. y el análisis de las posibilidades de ahorro de costos por la implantación de medidas de minimización, representa un incentivo para que se instrumenten éstas técnicas. Referencialmente se cita que con la implementación de programas de gestión energética se podría reducir los costos en más de 40%.

Es imprescindible en el contexto empresarial presentar las Propuestas de Mejoramiento y las Medidas de Manejo en la Gestión Energética, de Residuos y

Emisiones, con el análisis de los costos reales. Se identifica y evalúa los puntos en los cuales se generan las oportunidades de ahorro de recursos, minimización de residuos en volumen (peligrosos o no). Existen soluciones sencillas y de bajo costo para reducir el consumo de energía. Cuando no sea posible aplicar las Propuestas es conveniente seguir el Monitoreo.

Los Costos para Mejoras los clasificaremos en cuatro categorías: Preventivos, de Evaluación, de Fallas Internas y de Fallas Externas, sean para lograr mejor calidad o si fuesen para elevar la baja calidad.

a. **Costos Preventivos**. Están relacionados con los esfuerzos encaminados a prevenir disconformidad (no cumplimiento de especificaciones). Los costos preventivos se presentan al hacer las cosas bien desde el principio y se pueden clasificar en: Planeación e ingeniería; Revisión y Selección de nuevos proyectos y procesos de manufactura; Control de procesos; Programas de entrenamiento; Obtención y análisis de datos (incluye resumir y publicar la información para la administración).

b. **Costos de Evaluación**. Son en los que se incurre a fin de determinar la condición del producto y asegurar su conformidad con las especificaciones y la medición, revisión de componentes y materiales usados para asegurar la conformidad con los estándares aplicados. Se consideran: la Inspección y pruebas del material suministrado por los proveedores (Por ejemplo; colorantes, químicos, etc.), Inspección y pruebas de la conformidad del producto a lo largo de las etapas de su fabricación, incluyendo la prueba final de aceptación; Costo en Materiales y productos consumidos en pruebas destructivas o devaluados por pruebas de confiabilidad; Costo de mantener la exactitud de equipos de prueba y los instrumentos de medición calibrados y en buenas condiciones; Costo de Evaluación del inventario, para evaluar la degradación que puedan tener los productos almacenados con el paso del tiempo.

c. **Costos de Fallas Internas**. Son los asociados a defectos encontrados antes de transferir el producto al cliente: Desperdicios, que es la Pérdida neta de mano de obra, material y costos generales de los productos defectuosos que no es económico reparar o utilizar; Costos de Reelaboración, en los que se incurre al corregir disconformidades para satisfacer las especificaciones, incluyen operaciones o pasos extras, diseñados para resolver defectos. Por ejemplo, el reproceso de la tela al área de rama (secado); Análisis de fallas; Costos de determinar las causas de los productos no conformes; Tiempo muerto, Costos de la inactividad de las instalaciones debido a disconformidad con las especificaciones. La línea de producción puede quedar ociosa por una disconformidad de las materias primas suministradas por el proveedor que no se detectó en la inspección inicial. También por el mal estado de la maquinaria; costos de Pérdidas por producción deficiente que es obtener menos que lo que se podría mediante controles mejorados; Subpreciación, la diferencia entre el precio de venta normal y cualquier otro que tenga que fijarse a un producto por no satisfacer las especificaciones. Por ejemplo, cuando la tela es catalogada como de segunda debido a sus defectos su precio de venta es menor.

d. **Costos de Fallas Externas**. Se presentan cuando el producto no es satisfactorio después de entregado. Estos costos desaparecerían si todos los productos estuvieran conformes con los requisitos.

6.2 Evaluación Económica de Recomendaciones (Proyectos de EE)

Esta sección está en referencia a las recomendaciones realizadas en el Capítulo 4 y a las Observaciones del Capítulo 3. Eventualmente se considerará la potencialidad de ciertos ahorros con inversión, pero lo sustantivo estará referido a los ahorros que pueden efectuarse con mejoras sin inversión que pueden ser absorbidas por Mantenimiento.

6.2.1 Ahorro de Energía Proyectado

El ahorro de energía atribuible a las recomendaciones asociadas con buenas prácticas y en particular con reemplazo de equipos está en función a la eficiencia de las unidades involucradas, la capacidad de los equipos, las horas de operación y diversas condiciones relacionadas con la naturaleza de los procesos industriales y deberá estar en función a un período determinado, el cual puede ser mensual o anual.

Los ahorros de energía asociados con sistemas eléctricos son normalmente expresados en kW-h y además se incluye reducción de potencia expresada en kW.

Los ahorros de energía asociados con sistemas térmicos son normalmente expresados en unidades referidas al combustible utilizado.

A partir de los ahorros expresados en esta unidad de referencia, es posible establecer porcentajes relacionados con la totalidad de los ahorros, incluyendo electricidad y combustibles.

6.2.2 Beneficio Económico Esperado

El beneficio económico está relacionado con el ahorro de energía proyectado. (En algunos casos, como el cambio de pliego tarifario, el beneficio económico no está ligado directamente con un ahorro de energía). También es posible que el beneficio económico provenga de una reducción de la máxima demanda, en cuyo caso el ahorro de energía no es necesariamente el componente principal.

El cálculo del beneficio económico deberá estar expresado en el mismo período para el cual se ha efectuado el cálculo del ahorro económico (mensual o anual). Se establecerá el precio del energético involucrado.

En el caso de la electricidad, es posible encontrar precios de la energía (kW.h) y la potencia (kW), tanto para periodos de hora punta como fuera

de punta. Es posible determinar un precio ponderado que considere estas diferencias y que resulte apropiado para estimar el beneficio económico.

En el caso de los combustibles, los precios de compra pueden tener variación dependiendo del volumen o el proveedor. Es apropiado establecer un precio promedio para estimar el beneficio económico.

6.2.3 Costo de Implementación y Retorno de Inversión

La magnitud involucrada para el Costo de Implementación (IMP) de la recomendación que originará el Ahorro de Energía (AE) se calcula en base a cotizaciones y estimados históricos de fuente propia. En este costo se considera, la inversión inicial (una sola vez). Los costos de operación y mantenimiento (periódicos) serán descontados del beneficio económico calculado en base al AE. A "Cuánto más" cuesta implementar un Proyecto respecto a los costos en que actualmente se incurre, se llama Costos Incrementales, costos sólo si el Proyecto se hace.

Buscamos determinar cuánto varía la "Situación Con Proyecto" respecto de la "Situación Sin Proyecto". La Situación Sin Proyecto consiste en proyectar todos los Costos en los que se seguirá incurriendo en caso de no ser ejecutado el Proyecto, se encuentra relacionada con la definición de la situación actual en el área del Proyecto. La Situación Con Proyecto, consiste en proyectar todos los costos en los que se incurrirá una vez ejecutado el Proyecto. Dado que la Evaluación se realiza sobre la base de los Costos Incrementales que genera el Proyecto, es necesario descontar el Costo que se enfrentaría si no se realiza el Proyecto.

No siempre encontramos indicadores que expresen los objetivos y metas del Proyecto (Indicador de Impacto), por lo que se utiliza como medida de aproximación indicadores basados en resultados inmediatos: Indicadores de Efectividad. La Metodología Costo – Efectividad se utiliza siempre que

los beneficios sociales del Proyecto no se puedan representar en términos monetarios.

El Análisis de Impacto Ambiental permite estimar las consecuencias que un determinado Proyecto causa sobre la salud humana y el medio ambiente. Es importante estimar los costos de la prevención y mitigación de los impactos ambientales.

Todos los Proyectos están expuestos a riesgos no necesariamente controlables por los ejecutores u operadores, que afectan su funcionamiento normal a lo largo del horizonte contemplado. Identificar y Señalar quien se encarga y provee los recursos para la Operación y Mantenimiento del Proyecto es el Análisis de Sostenibilidad, que permite asegurar que los Objetivos del Proyecto podrán ser alcanzados. La Sostenibilidad es la habilidad de un Proyecto para mantener un nivel aceptable de flujo de beneficios a través de su vida económica.

El Análisis de Sensibilidad determina los factores que pueden afectar la rentabilidad de las Alternativas ante posibles variaciones de los Flujos de Beneficios y Costos. Es encontrar los valores límites que las variables pueden alcanzar sin que el Proyecto deje de ser rentable, determinar posibles variaciones (hacia arriba o abajo) de los valores de las variables más importantes de la Alternativa. Sobre la base de la Evaluación Social y el Análisis de Sensibilidad se selecciona la Mejor Alternativa de Solución.

El Análisis de Sensibilidad evalúa la rentabilidad social del proyecto ante variaciones de costos o beneficios.

Uno de los aspectos más importantes de un Proyecto es el Análisis de Sostenibilidad. En el Análisis de Sostenibilidad se evalúa si durante la operación del Proyecto, se contarán con los recursos suficientes para cubrir el financiamiento de la operación y mantenimiento.

El Retorno de la Inversión (RI) indica el tiempo que llevará obtener ganancias por una inversión específica.

Para proyectos con retornos menores a 3 años se calcula $RI = IMP/BE$

RI = Retorno de Inversión (Año)

IMP = Costo de Implementación

BE = Beneficio Económico por Ahorro de Energía (S/.)

A medida que este retorno se hace más prolongado, se hace necesario considerar los métodos Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR) que no se aplican para las recomendaciones propuestas.

6.2.4 Evaluación - Económica del Cambio de Combustibles de Alta Intensidad de Carbono a Combustibles de Menor Intensidad de Carbono

El Consumo Anual Histórico Promedio de Combustible PR6 de la sección húmeda de la planta textil para una producción de 60 TM mensuales: es de 32,600 galones de petróleo residual, equivalente a 391,200 galones de petróleo anuales. Este consumo anual es equivalente a **55.95 TJ de valor calorífico neto del combustible**. (Ver Sección 5.5, Propuesta 1: Cambio de Combustibles de Alta Intensidad de Carbono a Combustibles de Menor Intensidad de Carbono).

Para cubrir el valor calorífico neto de 55,946,455.57 MJ (55.95 TJ) requerido en la tintorería al año es preciso consumir: 1,607,656.77 m³ de GN. (El Valor Calorífico Neto del Gas Natural es 34.8 MJ/m³)

El Precio de los Combustibles lo tomamos del Gráfico 6.1, proporcionado en el Seminario del MEM "Eficiencia Energética y Administración de la Demanda en el Sector Productivo" Tema: Costos De Los Combustibles.

Gráfico 6.1: Precio de Combustibles (Lima y Callao)

COMBUSTIBLE	PODER CALORIFICO SUPERIOR		PRECIO EX - PLANTA (sin IGV)			
	kcal/gal	kcal/kg	Precio	Unidad	US\$ MMkcal	US\$ MMBtu
GAS NATURAL		12828	0.48	Sol/m3	17.06	4.3
GLP		11780	1.90	Sol/kg	55.8	14.1
DIESEL 2	35160	10860	8.63	Sol/gal	85.0	21.4
PR-6	38050	10440	5.79	Sol/gal	52.7	13.3
PR-500	38230	10425	5.64	Sol/gal	51.1	12.9

Entonces: el costo de 391,200 galones de petróleo anuales es de S/2'265,048 y el de 1'607,656.77 m³ de GN es de S/771,675.24 lo que es aproximadamente la tercera parte (34%) del gasto con PR6.

Para un plan de ahorro de combustible se requiere establecer un sistema de control para permitir un seguimiento del estado de los sistemas.

6.2.5 Evaluación Económica de Ahorro de Energía en el Sistema Eléctrico

Tabla 6.1: Niveles de Ahorro de energía Eléctrica Posibles Usando Equipos y Sistemas Eficientes

Medida	Rango de AHORRO (%)
Alumbrado eficiente	10-50
Compresor eficiente	10-25
Motor eficiente	5-10
Variador de Velocidad	10-40
Controlador de Cargas	5-15

Fuente: FONAM - BID/FOMIN

Estimamos en el Capítulo 5 que el resultado del proyecto (sin considerar alumbrado) siguiendo políticas de ahorro de energía e implementando las Mejoras En el Sistema Eléctrico recomendadas en el Plan Inicial será disminuir el consumo de energía en no menos del 20 % con Modular la carga, Registrar y controlar los consumos eléctricos considerando el Factor de medición, Diagrama de carga, Horas de Punta y Fuera de Punta, instalar equipos de medición para auditar los consumos y compararlos con la facturación del servicio, Renovar progresivamente los

equipos y/o cableado obsoletos, Monitorear la calidad de la energía usando analizadores de redes, Usar filtros para corregir la distorsión armónica debida a equipos electrónicos, Conocer las Normas Legales y Técnicas de Calidad de Servicio: contraste de medidores, opciones tarifarias; Componentes del recibo: Cargos a facturar, la Energía Activa, la Reactiva, la Demanda Máxima, Evaluar la tarifa óptima, el Cambio de tensión de alimentación, la compensación de energía reactiva, la implementación de una subestación para comprar energía en media tensión, Mejorar el factor de potencia.

El estimado correspondiente de las facturas por suministro eléctrico para la sección de tintorería es alrededor de S/. 90,000 mensuales. Si se implementan las medidas sugeridas que requieren estudio (sin inversión) se prevé se ahorraría un 20 % de este monto. Anualmente sin adoptar medidas se gastará S/.1'080,000, el 20% (ahorro esperado) son S/.216,000.

La disminución del consumo de Energía Eléctrica en base al reemplazo de motores rebobinados varias veces por motores de alta eficiencia estaría entre un 15 y 20%. Es una propuesta que se plantea para ser realizada cuando la situación económica de la empresa lo permita.

Por ejm.: un motor "1" de 100 HP de Potencia, 80% de eficiencia es reemplazado por otro de igual potencia, motor "2", alta eficiencia, digamos 94%, continuando al ritmo actual de trabajo: A plena carga y,

T= Horas de operación al año = 4,608 horas al año, entonces:

Ahorro de Potencia por Mejora de Eficiencia en los Motores (A_{HP})

= $0.746 \times HP (100/E_1 - 100/E_2)$ Donde,

E_1 = Eficiencia del motor "1" (actual 80 %)

E_2 = Eficiencia del motor "2" (futura 94 %)

$A_{HP} = 0.746 \times 100 \text{ HP} (1.25 - 1.064) = 13.88 \text{ kW}$

Costo Promedio de Potencia estimado = 11.5 US\$/kW-mes

Ahorro Anual por Potencia = 11.5 US\$/kW-mes x 12 meses/año x 13.88 kW

Ahorro Anual por Potencia = US\$ 1,915.44

Ahorro Anual de Energía por Mejora de Eficiencia en los Motores (A_E)

$A_E = 13.88 \text{ kW} \times 4,608 \text{ h} = 63,959 \text{ kWh}$

Costo Promedio de Energía: 0.045 US\$/kWh

Ahorro Anual por Energía = 0.045 US\$/kWh x 63,959 kWh

Ahorro Anual Por Energía = US\$ 2,878.15

Ahorro Total por Año por la sustitución del motor será =

Ahorro por Potencia + Ahorro Por Energía = 1,915.44 + 2,878.15

Ahorro Total = 4,793.59 US\$/año

6.2.6 Evaluación Económica de Ahorro de Energía en el Sistema de Alumbrado.

Se propone el reemplazo por zonas, empezando por las menos accesibles, incorporando los gastos al mantenimiento.

Los LEDs de Luz Blanca consumen un 92% menos que los incandescentes y un 30% menos que la mayoría de los fluorescentes; los LEDs pueden durar unas 50.000 horas y suponen un 200% menos de costes totales comparados con fluorescentes (datos de los fabricantes).

Sustituyendo los Fluorescentes de 40 vatios por los de 28, medida mínima, se tiene un ahorro del 30% de energía en alumbrado.

Con las otras medidas recomendadas, sin añadir cargas económicas se puede disminuir el consumo de energía en no menos del 50 % de 2,880 a 1,440 kWh al mes, lo que al año es 17,280 kWh y representa un ahorro

en energía de US\$ 777.6 ($0.045 \times 17,280$). También de la Tabla 3.3, vemos que la Potencia Instalada para Iluminación es de 15 kW, con el reemplazo de las luminarias por otras de menos watts podríamos disminuir la Potencia a 7.5 kW, entonces el Ahorro Anual por Potencia sería de US\$ 1,035 ($11.5 \text{ US\$/kW-mes} \times 12 \text{ meses/año} \times 7.5 \text{ kW}$).

Ahorro Total Anual por la sustitución de Luminarias sería de US\$ 1,812.6. (A S/.2.8 por dólar S/.5,075.3)

El uso de bombillas de bajo consumo será creciente pues estos modelos necesitan menos energía y su duración es mayor respecto a las convencionales, lo que el medio ambiente y la economía agradecen. Por sus beneficios y relevantes ventajas respecto a las tradicionales ya se comercializa un mayor número de modelos. En la UE sustituirán por ley a las que más energía consumen. La eliminación de las de mayor consumo se inicio en septiembre de 2009 y culminará en septiembre del 2016.

6.2.7 Evaluación Económica de Ahorro de Energía con Mejoras de Eficiencia

La EE aumenta con la Optimización de la Eficiencia Térmica.

En calderas para especificar la cantidad de energía requerida se refiere a "eficiencia combustible-vapor." Un incremento pequeño en eficiencia representa miles de ahorro en costo de combustible al año. La eficiencia es una indicación de cuánto dinero cuesta en combustible producir el vapor que se necesita para el proceso.

En la Propuesta 4: Eficiencia Energética-Ahorro de Energía con Mejoras de Eficiencia se considera la Optimización de EE de la Caldera (páginas 93-94) cuyo Consumo de Combustible LB = 4.877 TJ/año. El Valor Neto Calórico del combustible residual (Tabla 5.4) es 37.78 MJ/l ó 0.000143 TJ/galón. La Gráfica 6.2 muestra el menor consumo de combustible con

la mejora de eficiencia. A S/. 5.64 por galón vemos en el Gráfico 6.3 la disminución del gasto en combustible por mejora en la eficiencia.

Gráfico 6.2: Consumo de Combustible de Caldera vs Eficiencia

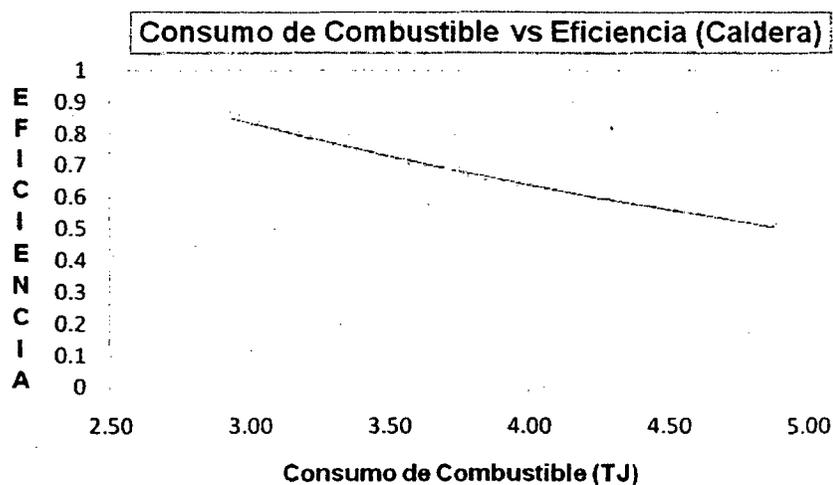
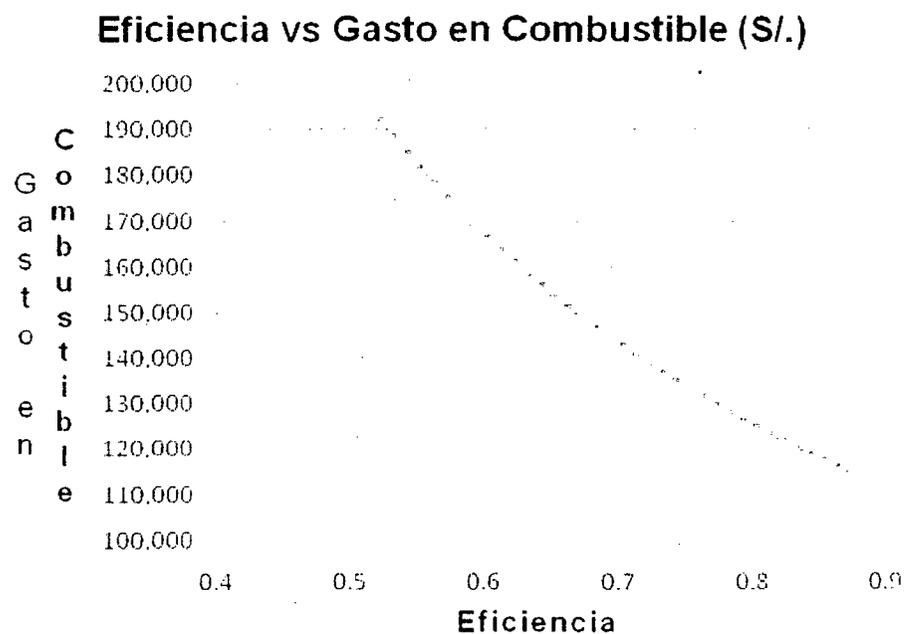


Gráfico 6.3: Eficiencia vs Gasto en Combustible de Caldera



Se dispone de generador eléctrico para cortar horas punta. El calor presente en los gases de escape, por lo general, sobre los 450 °C, se puede recuperar para generar vapor o agua caliente en una caldera recuperadora. (Como referencia, es posible generar 830 kg/h de vapor o 450000 kcal/h por cada MW instalado del generador eléctrico).

Otra mejora con repercusión económica significativa es la reparación o reposición de trampas de vapor. (Ver Gráfico 6.4)

Gráfico 6.4: Costo de Pérdida de Vapor por Trampas.

EFICIENCIA EN DISTRIBUCION Y USO DE VAPOR			
EJEMPLO DE PERDIDAS DE VAPOR POR TRAMPAS			
Tamaño Trampa	Pérdida Promedio (kg/h)	N° trampas falladas	Pérdida total (kg/h)
¾"	25	5	125
1"	60	4	240
2"	175	1	175
Pérdida total de vapor (kg/h)			540

Si el costo del vapor es de 16.3 US\$/t (R-6), y si la planta trabaja 7000 h/año, entonces la pérdida es 61614 US\$/año !!!

Fuente: Eficiencia de Calderas y Sistemas de Distribución de Vapor (V. Arroyo)

6.2.8 Evaluación Económica del Ahorro de Energía con Mejoras en la Operación y de Gestión (PC)

Evaluación Económica de Aplicar un Programa de Mantenimiento.

El plan de mantenimiento preventivo ayuda a que los procesos de producción se realicen con mejor calidad, en menor tiempo, con reducción de desperdicios y de costos de reproceso. Con mantenimiento preventivo se busca eliminar el riesgo que el problema se dé.

Las paradas no programadas paralizan las operaciones establecidas, con el consiguiente problema con los clientes e incluso, pérdida de pedidos.

Es necesario programar las actividades de mantenimiento, para evitar se atrase la producción de tela y se limpie el área tanto antes como al terminar el trabajo; se lubriquen y revisen las máquinas lo que garantizará su buen funcionamiento. Si los equipos están en buen estado, se evitará que fallen y su desgaste excesivo por el uso.

El programa de mantenimiento potenciado y las mejoras se incorporarán a las actividades del equipo de Mantenimiento en la medida que puedan ser

efectuadas por el personal de la planta. Se prevé en el tiempo, una reducción de costos en función a la "curva de aprendizaje", es decir al resultado del proceso de aprender a hacer.

Evaluación Económica de la Reducción del Uso de Agua

Se aborda la gestión de los residuos líquidos mediante la aplicación de medidas de PML orientadas a reducir el uso de agua. El consumo de agua en la tintorería es moderadamente alto. Se pretende una reducción del consumo de agua del 25% mínimo.

Si bien los proyectos de ahorro de agua no califican para participar en los de MDL, el agua es un recurso escaso y es significativo el consumo de energía para su transporte. Adicional a los BA un programa de conservación de agua reduce costos directos, costos en sistemas de tratamiento del agua y en costos de capital por tratamiento de agua residual al final del tubo, lo cual cuesta miles por litro/minuto de flujo.

El equipamiento para un programa de conservación de agua es módico, consistente en válvulas, tuberías, bombas pequeñas y tanques.

Los Costos Operativos para estos sistemas es generalmente muy bajo. Evaluaremos las medidas del Plan que inciden en la Reducción del Uso de Agua, resaltando que no se cuenta con medición del consumo durante los procesos, por lo que se usan estimados de los encargados operativos.

18. Reutilización del Agua de Enjuague de las Últimas Etapas de Lavado de Desengomado en las primeras etapas de esta operación.

La instalación de la tubería, que permita el retorno del agua por gravedad de las últimas etapas a las primeras, por los volúmenes manejados reduciría en 15% el consumo total de agua. Los costos operativos ahorrados correspondientes al bombeo de este 15% de agua reusada,

incluidos la electricidad y el mantenimiento rutinario disminuirían correspondientemente.

19. Reutilizar la Descarga del Agua del Blanqueo y la del Enjuague de Lavado para el Desengomado.

Al utilizar el agua del lavado de blanqueo; se facilita el desengomado por la soda cáustica y el detergente que contienen.

Con el reuso continuo de alrededor del 40 % del caudal que sale del lavado de blanqueo bombeado sin necesidad de almacenar el efluente del lavado de blanqueo se ahorraría en el consumo total de agua. Además se ahorraría la energía equivalente para calentar esta agua proveniente del lavado de blanqueo de 60° C a 100° C.

Si se contase con un tanque para almacenar el efluente del lavado de blanqueo se reciclaría el 60% que se descarga a la alcantarilla. Para lograr estos resultados se requeriría acondicionar una bomba y tubería. La implementación de la medida referida a la reutilización total del agua del lavado del blanqueo, permitirá ahorros de costos operativos por la reducción en las compras de químicos y por la disminución de las adquisiciones de combustible.

El detergente y sosa cáustica, incorporados como productos residuales en el efluente del agua de lavado de blanqueado reusados para el desengomado, representan un ahorro significativo.

22. Optimización de la Operación de Blanqueo Reciclar el Baño Reconstituido de Blanqueo hasta para 5 Lotes en vez de un solo uso.

Beneficios: Al reconstituir, previo ajuste de la concentración de detergente, soda y peróxido la solución de blanqueo descargada a la alcantarilla hasta para 5 lotes, el consumo de peróxido y soda se reduciría en 15%, obteniéndose un ahorro en agua y en estos químicos.

24. Equilibrar el Agua Drenada y la de Entrada (Aclarado Inteligente).

Al mantener los baños agotados de tintura y el agua de aclarado en diferentes corrientes es posible reutilizar el agua, ahorrándose ésta y ciclos de producción cortos, con una reducción del coste de producción.

26. Aumentar la Eficiencia del Lavado

Reparar desperfectos que ocasionen fugas en la lavadora por ejemplo representa un interesante ahorro respecto al consumo total de agua.

BE: Al dejar de bombear agua que se perderá en fugas, se reducen los costos operativos. El agua se pierde a 90° C. El gasto para calentar el agua hasta 90° C, se ahorra al realizar este correctivo.

Otras medidas:

La recirculación del agua de enfriamiento del teñido.

La Optimización al sistema hot-drawing-out de la tintura en barca torniquete consigue una notable disminución en la cantidad de agua usada y en la de aguas residuales generadas sin Coste económico.

Los beneficios obtenidos por esta medida permitirían un retorno inmediato de la inversión. Con una medida simple se obtendrá ahorro, aumento de la productividad y se reducirán los residuos líquidos generados.

La implementación de las medidas planteadas permitiría a la empresa disminuir el consumo de agua a niveles optimizados (media de 6 l/s) para una tintorería similar a la estudiada.

Referimos un caso local, que ilustra el ahorro de US\$ 264.39/Tn de tela con el reemplazo de una lavadora por otra nueva, lo que mensualmente representa US\$ 15,863.4 para una producción de 60 Tn métricas mensuales, siendo la reducción del consumo de agua y la disminución de energía perdida como calor los costos más representativos.

Tabla 6.2: Referencia de Ahorro con el Reemplazo de una Lavadora Antigua

Indicador	Lavadora Antigua	Lavadora Nueva	Ahorro	
	Unidad/Tn de tela	Unidad/Tn de tela	Unidad/Tn de tela	US\$/Tn de tela
Consumo de Agua	77.4 m ³	45 m ³	32400.00	11.00
Fugas de agua	14.73 m ³	-----	14730.00	5.00
Vapor (Uso de 100% de agua fría)	18240 MJ	8850 MJ	9390.00	47.10
Calor perdido (compuertas y tapas abiertas)	17740 MJ	7360 MJ	10380.00	52.10
Energía eléctrica	170 kW-h	230 kW-h	-60.00	-1.90
Aire Comprimido	2140 cfm	1360 cfm	780.00	0.09
Reactivos	80.33 k	5.62 kg	74.71	151.00
Productividad	71.8 kg/h	256 kg/h	184.20	
% tiempo productivo en 1 ciclo de lavado	32.1 %	66.4 %	34.30%	
TOTAL				264.39

Fuente: CETPERÚ

Tabla 6.3: Referencia Ahorro de Recursos con el Reemplazo de Lavadora

Recurso	Beneficios ambiental	Beneficio económico (US\$/Tn de tela)
Agua	Disminución del volumen de efluentes en 47 m ³ /tn de tela	16.00
Energía	Reducción de combustible en 134 gl, por ende disminución de emisiones	97.39
Reactivos	Disminución del uso de reactivos en 75 kg/tn de tela)	151.00
TOTAL:		264.39

Fuente: CETPERÚ

En ese proyecto se cuantificó las variables: producción y tiempos de operación, consumo de agua, energía eléctrica, aire comprimido, vapor y reactivos. Se establecieron los indicadores de desempeño, los cuáles se expresan por tonelada de tela lavada, de modo que se obtienen valores directamente comparables para ambas máquinas.

28. Cambio en los insumos

Por ejemplo: Tintes reactivos para las fibras de celulosa

Los tintes reactivos son más caros que los convencionales. Debido a la reducción en el uso de sales, la aplicación de estos tintes supone un beneficio económico. La Tintura por agotamiento tradicional para las fibras de celulosa requiere usualmente 50-60 g/l de sal, que puede llegar a más de 100 g/l en sombras profundas. Con tintes reactivos se necesitan alrededor de dos terceras partes de estas cantidades.

En acabados de telas de algodón el consumo promedio de reactivos es:

- Colorante (25 g por kg de sustrato textil).
- Auxiliares (70 g por kg de sustrato textil).
- Sustancias químicas básicas (400 g por kg de sustrato textil).

29. Mezclar y Pesar Previo a la Operación: Mejorar el Mezclado de las Soluciones de Colorantes y Carbonato de Sodio

BE: Reducción en los consumos de colorantes y carbonato de sodio sin inversión. Además menos de consumo de colorantes y carbonato de sodio reduce las manchas en la tela causadas por la mezcla imperfecta de la solución. Usar menos tinte conserva energía y químicos.

6.3 Resumen de Beneficio Económico Esperado por la Aplicación del Plan

Tabla 6.4: Resumen de Beneficios por las Propuestas

Beneficios Económico Esperado por el Ahorro de Propuesta	Ahorro	Ahorro Anual S/.
1: Cambio de Combustibles de Alta Intensidad de Carbono a Combustibles de Menor Intensidad de C	66%	1'493,373
2: EE-Ahorro de Energía en el Sistema Eléctrico (estimado)	20%	216,000
3: EE - Ahorro de Energía en el Sistema de Iluminación.	50%	5,075
4: EE-Ahorro de Energía con Mejoras de Eficiencia.	15%	Más de 40,000
5: EE-Ahorro de Energía con Medidas de PML	variado	Más de 40,000

Tabla 6.5: Uso y Costos Porcentual de Energéticos

	Mensual	Anual	TJ equivalente	Energía (%)	Costo (S/.)	Costo (%)
Electricidad (incl. iluminación)	137,718 kW-h	1'652,616	5.95	9.5	1'080,000	32.3
Combustibles	32,600 gls de PR6	391,200	55.95	90.5	2'265,048	67.7
Total				100	3'345,048	100

CONCLUSIONES

1. Las propuestas planteadas permitirían, durante la vida útil considerada, la reducción de la Contaminación Ambiental en el Área de Tintorería de 16,260 ton de emisiones de CO₂e, siendo el Cambio de Combustibles de Alta Intensidad de Carbono (Petróleo Residual), a Combustibles de Menor Intensidad de C, (Gas Natural) el proyecto más significativo por la mayor disminución de emisiones.
2. El Plan de Ahorro Energético presentado es asequible, sostenible y perfectible. Puede ser efectivizado mediante la aplicación de lineamientos de Prevención de la Polución usando recursos del departamento de Mantenimiento.
3. El consumo de energía en la Tintorería en una industria textil es significativo tanto en energía eléctrica como térmica. La distribución porcentual del consumo de energía eléctrica y térmica varía según se compare en términos de energía o en términos de facturación. En este caso, el consumo mensual es 137,718 kW-h de electricidad y 32,600 galones de petróleo. En términos de energía, anualmente el PR6 equivale a 55.95 TJ como hemos calculado (página 89) y 137,718 kW-h mensuales equivale a 1.65 MW-h anual, 5.95 TJ. Energéticamente el 9.5 % corresponde a electricidad y 90.5 % en combustible.
4. Se identificó ahorros potenciales en el consumo de electricidad que en conjunto estimamos podrían llegar al 30% de los 137,718 kW-h requeridos al mes. La tintorería consume 391,200 galones de petróleo anuales cuyo costo es de S/.2'265,048 para trabajar 60 toneladas de tela por mes. Con el cambio de combustible a GN para el mismo consumo energético de 55.95 TJ, el costo de

los 1,607,656.77 m³ de GN equivalentes es de S/.771,675 lo que es aproximadamente la tercera parte (34%) del gasto con PR6 y equivale a un ahorro de S/. 1'493,373 anuales.

5. Las oportunidades de ahorro de energía se pueden clasificar en buenas prácticas y en reemplazo de equipos que requieren un grado de inversión. La inversión no será significativa comparada con el beneficio reflejado en la Disminución de pérdidas de energía; Mejores indicadores de desempeño; Disminución de costos de producción por Procesos más eficientes, Aumento de la competitividad con Incremento de las utilidades; Reducción de los impactos ambientales y de riesgos para la salud e inicialmente serán absorbidas por el departamento de Mantenimiento.
6. En el presente estudio, se han identificado Oportunidades de Ahorro Energético en el caldero, rama, líneas de distribución de vapor, agua, iluminación y con medidas de Producción Más Limpia.
7. Se ha encontrado que las operaciones continuas requieren poco espacio, disminuyen los consumos de agua e involucran menos procesos químicos, lo que es más favorable ecológicamente que las operaciones por lotes.
8. La reducción al mínimo de la carga de sustancias perjudiciales, es factible por ejemplo mediante el uso de engomantes acuosolubles, que faciliten su posterior recuperación y reciclaje con menores contribuciones de carga nociva y mayor biodegradabilidad.
9. En las etapas de acabado, como el teñido y blanqueo industrial, puede utilizarse procesos enzimáticos; usando las enzimas de la familia de las celulosas para hacer el proceso ambientalmente más amigable. Recuperación y reutilización de productos químicos: es factible recuperar sustancias engomantes como la carboximetil celulosa y sus derivados.

RECOMENDACIONES

1. Adoptar tecnologías amigables al medio ambiente y optimizar los procesos acorde a las condiciones de la compañía. La disminución de Costos Energéticos no implica contraer la producción o el Confort, bajar un grado la climatización reduce las emisiones de CO₂ y hasta el 10% del consumo de energía. La Reducción de Costos Energéticos hace competitiva a la industria.
2. En la mayoría de los casos implementar los proyectos relacionados con el uso eficiente de la energía con el personal de la planta. Con el objetivo de motivar a todos en la formulación de ideas es recomendable empezar por las buenas prácticas y las mejoras tecnológicas con mínimo o bajo grado de inversión orientadas a reducir costos de operación y mejorar la productividad.
3. Para el teñido de telas es importante la mano de obra calificada y el mejoramiento continuo en el proceso y en el recurso humano, por eso son vitales los planes de entrenamiento de operarios y evaluar su desempeño, para que realicen su labor de manera correcta: Capacitación en cada una de las etapas del proceso húmedo, especialmente en lo referente a los efluentes: cantidad y clase de cargas contaminantes, las técnicas y tecnologías de mitigación y de sustitución disponibles con el fin de estar informado para una conversión oportuna aplicable, dar seguimiento a los controles y supervisiones de calidad en materia prima, dentro del proceso y en el acabado final.
4. Usar los recursos de mantenimiento para los trabajos sin inversión. En el caso de reemplazo de equipos que requieren un grado de inversión, las recomendaciones estarán asociadas con retornos de inversión que podría

requerir asesoría especializada para su implementación. Existen oportunidades de ahorro de energía que involucran retornos de inversión entre 1 y 3 años.

5. Nombrar un responsable para gestionar el monitoreo de indicadores y darle sostenibilidad al Plan. Mejorar los formatos de registro de datos, para que sean más claros y útiles. No menospreciar la utilidad de esta herramienta, ni obtener datos sólo por obtenerlos. En cualquier tipo de problema la obtención de datos es fundamental para encontrar las verdaderas causas que lo originan.
6. Difundir las experiencias a través de videos, revistas, eventos, etc. indicando los beneficios.
7. Formar círculos de calidad presididos por un representante de la gerencia, deseable incorporando a las demás áreas, incluidas mantenimiento y recursos humanos, involucrará a los que intervienen en el proceso y promoverá el uso eficiente de la energía. Es posible que el trabajador acepte lo cambios establecidos, dé su apoyo y se creé una participación masiva voluntaria si se conoce la importancia de esta actividad para el mejoramiento de un proceso y los beneficios que para él, como individuo, se derivarán de la consecución de los objetivos. Promover una cultura de compromiso hacia el mejoramiento continuo de la actitud y el comportamiento individual resulta en mayor satisfacción para las personas y eleva el nivel de competitividad colectivo.
8. Profundizar los estudios energéticos que incluyan calidad de energía.
9. Determinar los indicadores de consumo actual (kWh/Unidad de producto) y trazar metas para alcanzar niveles óptimos.
10. La planta está ubicada en el trayecto del gasoducto de gas natural. Si incrementase el consumo de energía podría beneficiarse de la cogeneración. El precio del gas al generador y la posibilidad de vender excedentes de electricidad a la red son clave para la factibilidad de estos proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Altomonte, Hugo, Coviello M. y Lutz Wolfgang. Energías Renovables y Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe. CEPAL. Chile. 2003.
- 2 Banco Mundial. Global Environment Division Greenhouse Gas Assessment Handbook. Environment Department Papers. Paper N° 64. Setiembre de 1998.
- 3 Bergenthal, J.F. Wastewater Recycle and Reuse Potential for Indirect Discharge Textile Finishing Mills. U.S. EPA-600/2-84-070a.
- 4 Blog TulImpacto.org ¿Cuál es tu impacto?
- 5 Business Help Site, Conversion Factor Table. 2007.
- 6 Centro de Eficiencia Tecnológica, USAID. Guía de Producción Más Limpia. Lima, Perú. 2005.
- 7 CONAM, CET PERÚ y USAID. Guía para Auditoría de Producción Más Limpia. Lima, Perú. 2005
- 8 CONAM. Estrategia Nacional para la Promoción de la Producción Más limpia y Eficiente. Lima, Perú. 2005
- 9 Corporación de Gestión Tecnológica y Científica Sobre el Ambiente. Prevención de la contaminación en una fábrica textil del Ecuador. Ecuador.
- 10 Dept. of Defense. MIL-Handbook-1165, Water Conservation. 1997.
- 11 Fernández M. Alex. Eficiencia Energética. Medio Ambiente. CONSUMER.es EROSKI. 2006
- 12 FONAM, PROCLIM-MDL. Guía Práctica para Desarrolladores de Proyectos. Lima, Perú. 2004.
- 13 FONAM. Herramienta para la Estimación de las Reducciones de Emisiones de CO₂ / Cambio de Combustible. Lima, Perú.
- 14 FUNDES. Guía de Buenas Prácticas para el Sector Textiles. Ministerio del Medio Ambiente. Colombia.
- 15 Goldschmidt, Roberto y Campos, Leonor. Departamento Técnico Química Paípe SRL. El Teñido Mediante Espumas: Un Sistema Innovador, Económico y de Bajo Impacto Ambiental. Buenos Aires, Argentina.
- 16 Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el CC. Informe de Síntesis, del Tercer Informe de Evaluación Tesis Cambio Climático 2001.

- 17 Hagler Bailly Consulting, Inc. Prevención de la contaminación en la industria textil. HBI TR-95-064. CEPIS. Agosto 1995.
- 18 Hall M., Fushimi A., Zárate L., Diaz de Quintana G., Moreda M., Fernandez J., Análisis de la Mejora de la Eficiencia Energética de los Ciclos de Vapor por Utilización del Calor de Baja Exergía. La Plata, PBA, Argentina.
- 19 IUPAC Recommendations. Glossary of terms used in physical organic chemistry. 1994.
- 20 Johnston Boiler Co. Calderas de 3 y 4 Paso. Form Nr 509-4G5B-5M Rev. 4/98 UNFCCC. Herramienta para demostrar y evaluar la adicionalidad de los proyectos. <http://cdm.unfccc.int/EB/Meetings/016/eb16repan1.pdf>
- 21 Ministerio de Energía y Minas. Informes de precios referenciales y precios reales de los combustibles y otros datos referidos a hidrocarburos. <http://www.minem.gob.pe/hidrocarburos/index.asp>
- 22 Ministerio de Economía y Finanzas, Programa Pro Descentralización. Guía de Orientación N°2 Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública a Nivel de Perfil. Lima, Perú. 2006.
- 23 Ministerio de Energía y Minas. Balance Nacional de Energía 2006. Perú, 2006.
- 24 Ministerio de Energía y Minas. Balance Nacional de Energía 2007. Perú, 2007.
- 25 Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad. Buenas Prácticas para la Prevención del Riesgo Eléctrico. Perú. 2009.
- 26 Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad. Guía N° 03: Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnósticos Energéticos Sector Textil. Lima, Perú. Mayo 2008.
- 27 Ministerio de la Protección Social. Guías Básicas para la Implementación de las Pautas de Auditoría para el Mejoramiento de la Calidad de la Atención en Salud. Bogotá, D. C. 2007.
- 28 Ministerio del Medio Ambiente, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector Textil.
- 29 Nebel B.J. y Wrigth R.T. "Ciencias Ambientales: Ecología y Desarrollo Sostenible" 6ª edición, Prentice Hall. 1999.
- 30 New Hampshire Department of Environmental Services. EFS, Water Efficiency Practices for Laundry Facilities. WD-DWGB-26-10. 2007.
- 31 Oelker Behn, A. ¡Recupere el Calor! Revista InduAmbiente N°92. Junio 2008
- 32 Office of Waste Reduction, Industrial Pollution Prevention Program. Water Conservation for Textile Mills. May 1993.
- 33 OLADE Inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) Febrero, 2005.

- 34 Olazábal R. Juan, Beneficios de los Pre-diagnósticos y Diagnósticos Energéticos. FONAM - BID/FOMIN. Callao, Perú. 18 de febrero de 2009.
- 35 OSINERG. Almacenamiento, comercialización y medio ambiente de combustibles líquidos y GN. <http://srvapp03.osinerg.gob.pe:8888/snl/norma>
- 36 PNUMA, Producción Más limpia III: 1: Un paquete de recursos de capacitación.
- 37 PNUMA/OMM Oficina de Información sobre el Cambio Climático (IUCC). Guía para Principiantes. Châtelaine, Suiza. febrero de 1995.
- 38 PNUMA/IMAIPIECA, Climate Change and Energy Efficiency in Industry. Paris, Francia. 1991.
- 39 PNUMA/Oficina Regional para América Latina y el Caribe. ENERGÍA. 2006.
- 40 Prevez P., Leticia. El Uso de la Energía en la Producción Más Limpia. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Cuba.
- 41 SEPL-GTZ y Ministerio de Economía. Uso de Tecnologías Limpias: Experiencias Prácticas en Chile. 2000.
- 42 Sanchez Albavera, Fernando. Obstáculos para el Desarrollo de las Energías Renovables en América Latina. CEPAL. Naciones Unidas.
- 43 Spiegel On Line. Emissions Trading Financial Crisis Drives Down Price of Pollution. 26/01/2009.
- 44 The Office of Waste Reduction. Industrial Pollution Prevention Program. Environmental Pollution Control: Textile Processing Industry. May 1993.
- 45 UNFCCC/CCNUCC CDM "Steam system efficiency improvements by replacing steam traps and returning condensate" Junio 2005.
- 46 UNFCCC. CoP-3: Informe de la Conferencia de las Partes, Kyoto, Japón. 1998. <http://unfccc.int/resource/docs/spanish/cop3/g9860818.pdf>
- 47 UNFCCC. Metodologías de línea de base y Protocolo de Monitoreo.
- 48 Vickers, Amy; WaterPlow Press, Amherst, MA; Handbook of Water Use and Conservation. 2001.
- 49 www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia20/HTML/articulo08.htm
- 50 Water Conservation Program, NHDES Pennsylvania DEP. Drinking Water and Groundwater Bureau, fact sheets. www.des.nh.gov/h2o_conservation.htm

Anexo 1: Siglas y Acrónimos

BNE Balance Nacional de Energía
BRG Barra de referencial de generación.
CENERGIA Centro de Conservación de la Energía y el Ambiente
CER Certificados de Emisiones Reducidas
CER Centro de Ecoeficiencia y Responsabilidad Social
COES Comité de Operación Económica del Sistema
COFIDE Corporación financiera de desarrollo S.A.
CONAM Consejo Nacional del Ambiente
CoPs Conferencias de las Partes
CUEE Comité de uso eficiente de la energía
DEP Dirección Ejecutiva de Proyectos del MEM
DGE Dirección General de Electricidad del MEM
EPA U.S. Environmental Protection Agency
FONAM Fondo Nacional del Ambiente
GEI Gases de Efecto Invernadero
GNC Gas Natural Comprimido
GWP (siglas en inglés) índice de poder de calentamiento global
IC Implementación Conjunta
INEI Instituto Nacional de Estadística e Informática
IPCC (siglas en inglés) Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
LB Línea de Base
LCE Ley de Concesiones Eléctricas
MDL Mecanismo de Desarrollo Limpio
MEM Ministerio de Energía y Minas
MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones
MyP Modalidades y Procedimientos para MDL
MyPEs medianas y pequeñas empresas.
OCDE Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
OLADE Organización Latinoamericana de Energía
ONU Organización de las Naciones Unidas
OSINERGMIN Organismo Supervisor de Inversión en Energía y Minería
PC Prevención de la Contaminación
PCF (siglas en inglés) Fondo Prototipo de Carbono
PCN (siglas en inglés) Nota Concepto de Proyecto
PDD (siglas en inglés) Documento de Diseño del Proyecto
PIN (siglas en inglés) Nota de Idea de Proyecto
PK Protocolo de Kyoto
PML Producción Más Limpia
PRODUCE Ministerio de la Producción
PUEE Programa de uso eficiente de la energía
RI Retorno de la inversión (del inglés <i>return on investment</i>)
SEIN Sistema Eléctrico Interconectado Nacional
SENAMHI Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SNI Sociedad Nacional de Industrias
UE Unión Europea
UNEP (siglas en inglés) Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas
UNFCCC (siglas en inglés) Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el
WBCSD (siglas en inglés) World Business Council for Sustainable Development,
WMO (siglas en inglés) Organización Meteorológica Mundial

Anexo 2: Glosario

CO₂ equivalente (CO₂e): Es la medida universal utilizada para indicar el poder de calentamiento global de cada uno de los principales GEI señalados en el PK, tomando como referencia el carbono. Por ejemplo, una tonelada de metano equivale a 21 toneladas de CO₂e.

Índice de Desarrollo Humano – IDH: El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), presentó un nuevo índice integrado (Índice de Desarrollo Humano - IDH), que permite medir los logros de un país en términos del estado del medio ambiente, esperanza de vida, nivel educativo e ingresos reales en el marco del desarrollo sustentable. El IDH abarca una variedad de aspectos sociales, económicos y políticos que tienen impacto en la calidad de la vida humana. Al mismo tiempo, se están llevando a cabo esfuerzos para diseñar e implementar indicadores e índices que permitan medir y monitorear variables ambientales y su relación con los aspectos sociales y económicos del desarrollo sustentable.

Intensidad Energética: Indicador que mide la productividad de la energía en términos económicos o sociales. Usualmente se expresa en unidades de energía por PBI. También se puede definir como la cantidad de energía que se necesita para producir un dólar estadounidense de Producto Bruto Interno (PBI). A medida que la intensidad energética disminuye, el índice de desarrollo humano se incrementa. El MEM por medio de la Oficina de Planeamiento, Inversiones y Cooperación Internacional publica este indicador en el BNE.

Indicadores de Emisiones: Las evoluciones de las emisiones respecto al consumo final de energía y con respecto a la población, todo esto, durante el periodo 1990 - 2008.

Mercado de Carbono: La reducción de emisiones de carbono atribuible a un proyecto de eficiencia energética puede ser comercializada generando ingresos que contribuyen a la rentabilidad del proyecto.

El sistema del permiso de emisiones de carbono de la unión europea se conoce como EU ETS, los actuales llegan hasta el 2012. Si emiten más de lo que permiten sus permisos, se les requiere comprar permisos en el mercado abierto. Si contaminan menos, las fábricas pueden vender el excedente de sus permisos. En julio del 2008 el precio estaba cerca de €30 (\$38.94) por tonelada. Los precios de las emisiones de dióxido de carbono cayeron drásticamente debajo de los 12 euro por ton al 26/01/2009.

Un precio tan bajo es preocupante quita el incentivo para que las compañías lleven a cabo mejoras dirigidas a disminuir sus emisiones de GEI. Los analistas dicen que un precio por tonelada de emisiones de por lo menos €20 es necesario para que llegue a ser rentable que las compañías instalen tecnología ambientalmente amistosa. Precios más elevados para los certificados de las emisiones del CO₂ significan una mayor motivación para que las fábricas cambien del carbón al gas natural para sus necesidades energéticas. A medida que se profundizan los efectos económicos de la crisis financiera, se hace más barato contaminar.

Respiración: Proceso en virtud del cual los organismos vivos convierten materia orgánica en CO₂, liberando energía y consumiendo O₂.

Termofijado: Proceso por el cual las fibras elastoméricas y sintéticas son estabilizadas a la dimensión deseada por efecto de la temperatura.

Anexo 3: Unidades de Energía

Apendice 3. Unidades de energía

A pesar de que la comparación del consumo de combustibles puede ser satisfactoria en términos económicos, los cambios en el uso de la energía solo pueden comprenderse cuando el consumo de energía se da en las unidades de energía apropiadas. A pesar de que en Colombia se ha adoptado el sistema de unidades SI, aún se emplean otras unidades prácticas. La tabla siguiente da las equivalencias de algunas de las unidades de energía más frecuentemente empleadas y otras unidades relacionadas.

VOLUMEN	Unidad SI	metro cúbico (m ³)		
1 cf = 1 ft ³	=	0.028317	m ³	m
1 gal = 1 US gallon	=	3.7854	m ³	m
1 bbl = 42 gal	=	1.5876	m ³	m
MASA	Unidad SI	Kilogramo (kg)		
1 t (tonelada)	=	1.0000	kg	kg
1 b	=	4.5359	kg	kg
1-g	=	2.2045	kg	kg
DENSIDAD	Unidad SI	Kilogramo / metro cúbico (kg/m ³)		
1 lb / US gal	=	1.1983	kg/m ³	kg/m ³
ENERGIA	Unidad SI	Joule (J)		
1 cal	=	4.1868	J	J
1 Btu	=	1.0551	J	J
1 TEP = 1.33 BOE	=	4.1868	J	J
1 Cal	=	4.1868	J	J
1 BOE	=	4.7119	J	J
1 kWh	=	3.6000	J	J
1 MJ	=	0.2778	kWh	kWh
1 kJ	=	0.9478	Btu	Btu
1 Btu/ft ³	=	3.7262	J/m ³	J/m ³
ENTALPIA ESPECIFICA	Unidad SI	Joule / kilogramo (J/kg)		
1 kcal/kg	=	4.1868	J/kg	J/kg
1 Btu/lb	=	2.3260	J/kg	J/kg
1 kJ/kg	=	0.4299	Btu/lb	Btu/lb
POTENCIA	Unidad SI	Watt (W)		
1 kcal/h	=	1.1630	W	W
1 cal/s	=	4.1868	W	W
1 Btu/h	=	2.9308	W	W
1 Btu/s	=	1.0551	W	W
1 BHP = 34.5 lph vapor	=	9.8109	W (aprox. 10 kW)	W
1 lb vapor = 63.90 BHP	=	0.6269	W	W

1 - Auditorías energéticas

Anexo 4: Concepto MARP (Materiales Residuales de Producción)



¿Sabía Ud que entre el 10 al 30% de los costos de producción se pierden como materiales residuales (MARP), que además generan contaminación?

Implica un triple beneficio para las empresas

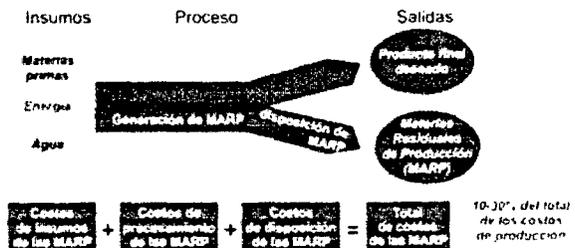
Eficiencia económica



ahorro de costos y aumento de la productividad

Concepto MARP

Materiales residuales de Producción (MARP):
Todos los materiales, agua y energía que intervienen en el proceso productivo, pero que no terminan en el producto final



La generación de MARPs puede ser evitada o reducida implementando una Gestión Ambiental con enfoque de Rentabilidad (GAR)