



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTAS DE MEJORA EN LOS MÉTODOS DE TRABAJO
PARA DISMINUIR DESPERDICIOS DE LA LINEA
SERAC DE INDUSTRIAS DIANA C.A**

Tutor:
Ing. Manuel Duarte

Autores:

**Cuicar F. Fanny N
Pérez V. Verónica**

Naguanagua, Noviembre de 2011



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTAS DE MEJORA EN LOS MÉTODOS DE TRABAJO
PARA DISMINUIR DESPERDICIOS DE LA LINEA
SERAC DE INDUSTRIAS DIANA C.A**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE UNIVERSIDAD
DE CARABOBO, PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

Tutor:
Ing. Manuel Duarte

Autores:
Cuicar F. Fanny N
Pérez V. Verónica

Naguanagua, Noviembre de 2011



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Nosotros los abajo firmantes, miembros del jurado, designados por el Consejo de Escuela para evaluar el Trabajo Especial de Grado titulado **“PROPUESTAS DE MEJORA EN LOS METODOS DE TRABAJO PARA DISMINUIR DESPERDICIOS DE LA LINEA SERAC DE INDUSTRIAS DIANA C.A”**, realizado por los bachilleres Cuicar F. Fanny N. C.I: 16.801.427 Pérez V. Verónica. 19.755.089, hacemos constar que hemos revisado y aprobado la presente investigación: **Ingeniería De La Productividad E Innovación Tecnológica.**

Prof. Manuel Duarte
Tutor

Prof. Ezequiel Gómez
Jurado

Prof. Yadlyn González
Jurado



**PROPUESTAS DE MEJORA EN LOS METODOS DE TRABAJO
PARA DISMINUIR DESPERDICIOS DE LA LINEA
SERAC DE INDUSTRIAS DIANA C.A**

Autores:

Cuicar F. Fanny N

Pérez V. Verónica

Tutor: Manuel Duarte

Fecha: Noviembre 2011

RESUMEN

El presente trabajo de grado estuvo orientado a proponer mejoras en los métodos de trabajo de Industrias Diana C.A, empresa dedicada a la producción y comercialización de Aceite, entre otros productos. La empresa se enfrenta al reto de satisfacer un porcentaje de la demanda actual del rubro aceite, por lo que surge la necesidad de elevar sus niveles de producción. Para este propósito se utilizó el Análisis del Proceso, Método de Eliminación Sistémica del Desperdicio (ESIDE), Análisis de la Operación y el Método REBA. El estudio estuvo enmarcado dentro de las modalidades de Investigación de Campo y Proyecto Factible. Del análisis de las causas raíces de los desperdicios encontrados se formularon propuestas de mejora, para el área de alimentación: Adquisición de un equipo de alimentación de botellas y diseño de un sistema de frenos – guías para la banda transportadora, para el área de llenado: Reemplazo del sistema de válvulas de la llenadora, para el área de paletización: Adquirir elevador de paletas y finalmente para el área de etiquetado: adquirir un sistema de inspección de etiquetas. De la evaluación económica de las propuestas se concluyó que la implementación de las propuestas es rentable y se recupera la inversión en el primer año de operación.

Palabras claves: Línea de llenado, desperdicios, aceite, métodos de trabajo.



CAPÍTULO 1

El Problema



I.1 Generalidades de la Empresa

I.1.1 Reseña histórica

Industrias Diana, C.A., se remonta a 1898 cuando se creó Telares de Valencia, ubicada en el casco central de la ciudad cuya especialidad era el algodón. En el año 1946, nace la empresa Grasas de Valencia, C.A., en la misma ubicación de Telares de Valencia (que actualmente no existe). Para el año 1962 se muda Grasas de Valencia a la zona Industrial sur II de Valencia, Estado Carabobo, donde mantenían el proceso de extracción de aceite no solo de algodón sino también de Ajonjolí, Coco, Girasol y Soya; además del proceso de Refinación, se envasaba Aceite Diana, Margarina La Estancia, Manteca y Jabón de Barra para lavar.

A partir de enero de 1998, se efectúa el cambio de razón social a Industrias Diana, C.A. que obedece a la fusión en su estructura organizativa de comercialización y manufactura.

El 23 de Julio de 2008 Industrias Diana C.A., de la mano de sus trabajadores, es adquirida por el estado a través de la Productora y Distribuidora Venezolana de Alimentos (PDVAL) con el objeto de impulsar el nuevo modelo socio-productivo implementado por el Gobierno Nacional.

La actividad principal de Industrias Diana, C.A. es la producción y la comercialización de Aceite, Manteca, Margarina Industrial, untable de Margarina, Jabones y Glicerina; con el propósito de garantizar el impulso de los productos alimenticios básicos para la satisfacción del pueblo venezolano.



I.2 Planteamiento del problema

En la era actual donde las empresas luchan por ser competitivas se hace cada vez más importante ofrecer productos de calidad utilizando el mínimo de recursos posibles, fabricados en las cantidades requeridas y en el tiempo establecido.

En la fabricación de un producto o el ofrecimiento de un servicio intervienen factores económicos, materiales, humanos y maquinarias, que de acuerdo a su utilización determinarán el costo, y por consiguiente, el precio al que se ofrecerá en el mercado; de ahí la importancia de conjugar adecuadamente estos recursos para aumentar la productividad de la organización. Es por esto que en Industrias Diana C.A surge el interés de aumentar los niveles de producción, utilizando de manera eficiente los recursos y disminuyendo cada uno de los desperdicios identificados en al menos un 30%, con el propósito de satisfacer las necesidades de sus clientes.

La empresa está compuesta por cinco líneas de producción:

1. La línea de aceites comestibles “Diana” (vegetal y de soya) de 1 litro (serac).
2. La línea de aceites comestibles “Diana” (vegetal y de soya) de 18 litros.
3. La línea de margarina “La Estancia”, de 500 gramos, 1 kilo y 5 kilos; con o sin sal.
4. La línea de manteca “Aura”, con la presentación de 15 kilos.
5. Los jabones Carey (Bebé, Fresh, Floral, Lavanda y Tradicional).

De las anteriores merece especial atención la línea de aceite (vegetal y de soya) de 1 litro, considerando que es el producto de mayor demanda de la empresa y que existen desperdicios de material y tiempo efectivo que afectan los niveles de producción, tal como lo muestra la tabla I.1 y I.2:



Tabla I.1: Porcentaje de desperdicios de material en la línea de aceite (vegetal y de soya) de 1 litro correspondientes al año 2011 (UM: %)

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Envases Pet desechados	7,77	4,84	5	5,32	3,15	1	6,25
Tapas defectuosas	5,7	1,43	1,78	2,23	2,79	1,13	8,23
Cajas con derrame de aceite	0,85	0,3	0,35	0,4	0,48	0,23	0,22
Etiquetas mal adheridas	21,36	14,15	15,83	15,8	16,79	8,63	0,56

Fuente: Industrias Diana C.A.

Tabla I.2: Total paradas no programadas para el 2011 (UM: horas)

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Paradas no programadas	220,6	366,59	233,85	149,76	277,9	198,72	112,15

Fuente: Industrias Diana C.A.

Se observa que en cuanto a material, la mayor proporción de desperdicios proviene de etiquetas mal adheridas y en segundo lugar de envases (pet) desechados. En cuanto a tiempo efectivo, se producen paradas no planificadas ya sea por falla en las máquinas, fallas en el proceso, falta de materiales, falta de personal y defectos en el producto; dichos defectos son identificados en cuatro puntos de inspección a lo largo del proceso, donde las unidades fuera de especificaciones son retiradas de la línea y reprocesadas para ser reincorporadas posteriormente al proceso.

Inicialmente se generan desperdicios por abolladuras de envases (pet) en el área de alimentación, ocasionadas por un mal manejo y posicionamiento al momento de colocarlos manualmente en la banda que los lleva hacia la máquina llenadora; además el sistema de banda actual hace que los envases tiendan a caerse mientras son transportados, por lo que se requiere de la constante atención de los operarios, llegando a utilizar hasta tres personas para esta labor, sin mencionar



que también puede demorar el proceso porque obstaculiza la entrada a la llenadora, debido a que no se encuentran en la posición correcta de entrada a la máquina.

En el proceso de llenado existen derrames de aceite que generan una actividad de reproceso, por tener que retirar los envases de la línea para limpiarlos con un paño, esto debido a que salen de la máquina con aceite en su superficie, lo cual demora aproximadamente 10 seg/u, perdiendo material y tiempo efectivo; esto ocurre en aproximadamente 26 u/hr ubicadas en el primer punto de inspección. La causa principal de esta situación es el mecanismo de funcionamiento de la máquina llenadora, compuesto por un sistema mecánico y de válvulas, que da como resultado una respuesta lenta ante la velocidad de alimentación de los envases.

En cuanto a la etiquetadora, se observan paradas no planificadas con una duración de hasta 10 minutos aproximadamente, por fallas en la máquina o problemas con los envases, ya que vienen con aceite en su superficie y se dificulta la adhesión de la etiqueta, ocasionando derrames de pegamento y demoras en el proceso, debido a que se hace necesario detener toda la línea. A la salida de la etiquetadora se contabilizan aproximadamente 28 unidades cada 25 minutos para reprocesar, lo que implica pérdida de tiempo y de material. Es de destacar que todas las inspecciones se realizan de manera 100% visual y debido a la condición humana no se logran percibir algunas unidades defectuosas, ya sea sin etiqueta, mal tapadas o con aceite en la superficie.

Una vez que el producto ha sido introducido en cajas de 12 unidades con la encajadora, tiene lugar el cuarto punto de inspección, donde ocasionalmente se tienen que desechar las cajas con derrames de aceite debido al mal tapado de los envases o con aceite en su superficie provocado por los desperfectos mencionados en la llenadora.



Finalmente en el área de paletizado existen condiciones disergonómicas debido a que el operario debe inclinarse para tomar con ambas manos la caja de la banda transportadora y seguidamente girar el tronco para posicionarla en la paleta que está a nivel del piso, con lo que se evidencia un movimiento de quinto orden y altamente repetitivo.

De persistir esta situación los costos se incrementarán debido al material desperdiciado en el proceso, generando una posible pérdida en la participación dentro del mercado potencial y una disminución de la competitividad en el ramo, así mismo, los trabajadores pueden estar expuestos a posibles riesgos por posturas y actividades disergonómicas, lo que incide directamente en la capacidad de producción, ya sea por ausentismo, fatiga, entre otros.

En resumen, se producen paradas frecuentes en la llenadora y en la etiquetadora, lo que representa pérdidas de tiempo efectivo. También es de destacar los desperdicios de material, ya sea por abolladuras en los envases, derrames de aceite, mal tapado de los envases, etiquetas mal adheridas y cajas con derrames de aceite; así como también, condiciones disergonómicas en el paletizado manual, lo que representa un riesgo para el trabajador de sufrir lesiones musculoesqueléticas.

I.3 Formulación del problema

Ante la situación descrita se presenta el reto de elevar los niveles de producción de Industrias Diana C.A, por medio de la disminución de desperdicios de material y tiempo efectivo.



I.4 Objetivo general

Proponer mejoras en los métodos de trabajo para la disminución de los desperdicios actuales en la línea de aceite vegetal y de soya (serac) de Industrias Diana - Planta Valencia.

I.5 Objetivos específicos

- Describir la situación actual de la línea de aceite vegetal y de soya de 1 litro de Industrias Diana C.A.
- Analizar los métodos de trabajo utilizados en la línea.
- Proponer mejoras en los métodos de trabajo.
- Determinar la factibilidad técnico- económica de las propuestas de mejora.

I.6 Alcance

En Industrias Diana C.A, se evaluará la línea de llenado (serac) de aceites comestibles “Diana” (vegetal y de soya) de 1 litro.

La investigación está orientada a proponer mejoras y recomendaciones que contribuyan a disminuir los desperdicios presentes en el proceso de producción y así incrementar los niveles del mismo.

La implementación y ejecución de las propuestas dependerá de la disposición que la gerencia tenga para asumir la transformación de los métodos de trabajo que darán paso al incremento de la productividad.



I.7 Justificación

En el desarrollo de esta investigación se realizará un análisis a la línea de aceite (serac), por ser la línea con mayor demanda del mercado y por la necesidad actual por parte de la empresa de incrementar los niveles de producción, lo que causaría un impacto realmente significativo, por cuanto la aplicación de normas y mejoras en el área de producción transformaría radicalmente el modo inadecuado en que realizan las operaciones en la línea, disminuiría las unidades defectuosas y los desperdicios propios del proceso actual de producción, lo cual contribuiría a obtener mayor participación en el mercado garantizando la supervivencia de la organización y el incremento en la competitividad.

De alcanzar mayores niveles de producción, Industrias Diana C.A podría satisfacer un porcentaje importante de la demanda insatisfecha del rubro de aceite vegetal a nivel nacional considerando la importancia que tiene en la cesta básica alimentaria de la población venezolana y la estrategia de seguridad alimentaria implementada por el gobierno nacional, la cual se expone en la Constitución Bolivariana de Venezuela de 1999, artículo 305, estableciendo que el gobierno debe "... garantizar la seguridad alimentaria de la población; entendida como la disponibilidad suficiente y estable de alimentos en el ámbito nacional y el acceso oportuno y permanente a éstos... ”.

La presente investigación deja a las autoras un aprendizaje importante no solo por la aplicación de las herramientas de ingeniería industrial aprendidas para la solución de problemas sino también por la experiencia que se adquiere al presenciar actividades propias de los procesos en Industrias Diana C.A, que sirven para complementar lo visto durante la formación académica, experiencia que servirá de aporte a nuestra universidad en forma de trabajo especial de grado.



CAPÍTULO II

Marco Teórico



II.1 Antecedentes

Avendaño y Morales (2009) realizaron su trabajo especial de grado titulado: PROPUESTA DE MEJORAR EL METODO DE TRABAJO EN EL ÁREA DE ESPECIAS, CASO: ALIMENTOS BERRIOS C.A (ALBECA), las autoras plantean mejoras relacionadas a los métodos de trabajo ejecutados en la sala de especias de la empresa, utilizando para la determinación de los desperdicios la metodología ESIDE, encontrando como principales desperdicios: paradas en las líneas de producción por falta de materia prima, scrap, fallas de orden y limpieza. También realizaron un estudio ergonómico a los operarios del área con relación a las posturas inadecuadas, aplicando para esto la metodología REBA, obteniendo en los resultados operarios con riesgo medio y alto de sufrir lesiones músculo esqueléticas.

Plantearon mejoras como la aplicación de la herramienta 5s que contribuyó a reducir los desperdicios de materia prima en un 40%. Se implementó un plan de requerimientos de materiales para mantener el control de la producción lo que influye en la disminución de las paradas de línea por falta de especias.

Este trabajo es de especial interés para la presente investigación puesto que analiza dos puntos importantes considerados en el caso de estudio en la línea de llenado en Industrias Diana como son la disminución de los desperdicios de materia prima y el análisis ergonómico a los operarios del área de paletizado mediante la aplicación de la metodología REBA.

Hernández y Nieto (2009) realizaron el trabajo de investigación titulado DISMINUCIÓN DE LOS DESPERDICIOS EN LA LINEA 4 DE ENVASADO DE BEBIDAS CARBONATADAS. CASO: COCA-COLA PLANTA VALENCIA. Este trabajo tiene como principal objetivo disminuir los desperdicios de tiempo y material presentes en la línea de llenado.



Se determinó con la ayuda de la metodología ESIDE desperdicios como paradas y merma de la materia prima planteándose una meta de disminuirlos en al menos un 20%. Plantearon mejoras focalizadas en el proceso productivo, en la calidad del producto y en los costos asociados a la producción.

Por tratarse de una línea de envasado es una referencia al presente trabajo de investigación ya que uno de los desperdicios atacados es la merma de materia prima en dicho proceso.

Campos y Vargas (2001) realizaron un estudio titulado MEJORAS DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO EN LAS ÁREAS DE PREPARACIÓN Y LLENADO DE UNA PLANTA DE PINTURAS, los autores tomaron como área crítica para la investigación a la zona de preparación y llenado de la planta industrial de la empresa Corimon pinturas; puesto que después de revisar los indicadores, estos reflejaron la mayor cantidad de demoras (76,85%) en dicha área. Su investigación estuvo enfocada en proponer mejoras en los métodos de trabajo en las áreas de preparación y llenado, que permitieran disminuir el tiempo de demoras del ciclo de producción en un 15%.

Todo esto es de gran utilidad para la presente investigación, ya que proponen mejoras en los métodos de trabajo, se enfocan en reducir desperdicios, como demoras que afectan el proceso y que tienen como consecuencia la reducción de la productividad, siendo un importante aporte al caso de estudio en la línea de llenado en Industrias Diana C.A, debido a que se trabajará en función de disminuir desperdicios presentes en el proceso.



II.2 Bases Teóricas

Según Burgos (2009) la ingeniería de métodos es el estudio de los métodos, materiales, equipos y herramientas involucradas en una tarea en particular, con el fin de efectuar mejoras en la forma en que se ejecuta; permitiendo la eliminación de actividades innecesarias y no esenciales, incremento de la eficiencia de cada actividad necesaria, disminución de esfuerzos, hacer el trabajo más seguro y menos fatigoso, eliminación de pérdidas de tiempo, energía y materiales, y de forma general, mejorar la calidad, lo cual lleva al incremento de la productividad.

La ingeniería de métodos permite resolver problemas. Un problema surge cuando existe el deseo de transformar un estado de condiciones a otro y puede tener muchas causas y soluciones. Todo esto aunado a que en ocasiones no es posible medir variables importantes que influyen en la decisión final (como por ejemplo las variables relacionadas con la conducta humana, o la fatiga causada por un esfuerzo determinado); además de aquellas variables sujetas a la precisión de los sistemas de medición empleados y a la condición imperfecta del hombre hacen que no sea posible obtener mediciones carentes de error.

Lo anteriormente expuesto nos lleva a deducir que no podemos referirnos a ninguna solución de un problema de ingeniería como “la mejor” o única solución en forma absoluta. Esta es la base de la filosofía de la ingeniería de métodos y por lo cual se dice que “Siempre hay un método mejor”.

II.2.1 Aplicación de la ingeniería de métodos

De acuerdo a la “importancia” que tenga el trabajo a estudiar existen diversas herramientas con diferente grado de profundidad y detalle, de los cuales son de importancia para el estudio:



- Análisis del proceso
- Análisis de la operación
- Metodología ESIDE

II.2.2 Análisis del proceso

Para el caso particular del estudio se realiza utilizando como herramienta básica el diagrama de operaciones del proceso, el cual divide las actividades en operaciones e inspecciones, permitiendo tener una visión global en lo referente a materiales, tiempos, equipos y métodos de trabajo; esto hace posible investigar cuales actividades pueden ser eliminadas, evaluar la posibilidad de cambiar la secuencia de operaciones e inspecciones, estudiar la posibilidad de combinar actividades, analizar los procesos de manufactura, entre otros.

II.2.3 Análisis de la operación

Burgos (2009) lo define como un procedimiento empleado para investigar cuales actividades agregan y cuáles no agregan valor al proceso en estudio, con la finalidad de tratar de eliminar o reducir al mínimo aquellas que no agregan valor y mejorar aquellas que si lo hacen; buscando la eliminación de toda forma de desperdicio.

Un elemento que agrega valor es aquel que contribuye directamente al avance del trabajo que constituye el objetivo perseguido por el cliente; es posible que existan elementos que no agregan valor al avance del trabajo, sin embargo pueden ser necesarias para ejecutar actividades que sí lo hacen, ante lo cual debe tratarse en lo posible de combinarlos, cambiarlos de posición o simplificarlos.



II.2.3.1 Procedimiento de aplicación del análisis de la operación

El primer paso consiste en recabar toda la información concerniente al trabajo: volumen de producción esperado, duración del trabajo, posibilidades de cambio de diseño, contenido y repetitividad del trabajo, transportes, facilidades de transporte, distancias y tiempos de inspección. Una forma ventajosa para la presentación de estos datos es el diagrama del proceso.

Posteriormente se procede a aplicar, en lo posible, cada uno de los diez criterios del análisis de la operación:

- 1. Propósito de la operación:** Su objetivo es justificar o no la existencia de una actividad dada.
- 2. Diseño de las partes:** Se refiere a hacer una revisión del diseño para ver la posibilidad de mejorarlo, ya sea simplificando el número de partes, facilitando el ensamblaje del producto final y/o utilizando un material mejor.
- 3. Tolerancia y especificaciones:** En este criterio se corrobora si el producto cumple con las especificaciones de calidad y si el proceso está arrojando unidades defectuosas.
- 4. Materiales:** induce a revisar los materiales directos e indirectos relacionados con el proceso en estudio, basándose en: Costos, uso económico, utilización de materiales de desecho y estandarización de materiales.
- 5. Procesos de manufactura:** tiene que ver con escoger el proceso de manufactura más conveniente, mecanizando las operaciones manuales siempre que sea posible y utilizando facilidades más eficientes para realizar las operaciones mecanizadas.
- 6. Equipos, herramientas y tiempos de preparación:** Este punto abarca los tiempos de preparación o puesta a punto, que comprenden al alistamiento previo a la ejecución del trabajo. Además menciona la importancia de



escoger la herramienta apropiada, puesto que permite efectuar la tarea de forma más segura y más económica.

- 7. Condiciones de trabajo:** Las condiciones ambientales tienen un efecto sobre el desempeño del operario y se engloban en temperatura, humedad relativa, circulación del aire, iluminación y ruido.
- 8. Manejo de materiales:** Involucra actividades que no agregan valor al producto, por lo tanto deben reducirse y/o combinarse en lo posible para disminuir los costos asociados al transporte de los materiales.
- 9. Distribución en planta:** El plan para la ubicación de los equipos debe ajustarse al tipo de producto que se fabrica, considerando el tamaño de la instalación y otras limitaciones.
- 10. Principios de economía de movimientos:** Son normas que permiten realizar la actividad con menor esfuerzo y tiempo para hacerla más eficiente.

II.2.4 Metodología ESIDE

Según Ortiz e Illada (2007) es una herramienta que busca la identificación y eliminación sistémica de toda forma de desperdicio, siendo este término definido como todo aquello que no agrega valor al producto y/o servicio, según la óptica del cliente, ya sea interno o externo.

En la guía Lean de bolsillo (2007) se identifican 8 tipos de desperdicios más comunes:

- 1. Sobre-producción**, referido a producir más de lo requerido
- 2. Espera** por gente, material, maquinaria o información
- 3. Transporte**, que al encontrarse en exceso genera pérdidas de tiempo y afecta los tiempos de entrega de todas las piezas y materiales



4. **Sobre-procesamientos**, relacionado con poner más trabajo o esfuerzo en una actividad del que exige el cliente
5. **Inventarios excesivos** de materia prima, en proceso o producto terminado
6. **Movimientos** de trabajadores, material o maquinaria que no aporta valor añadido
7. **Corrección de defectos o errores**
8. **Destrezas de los trabajadores** (utilización de las personas), el cual se basa en que no se fomenta ni se aprovechan las destrezas de los trabajadores al máximo

Para aplicar el método o enfoque sistémico se debe escoger y definir claramente el sistema que se desea estudiar, seleccionar las variables de interés y observar los cambios que se presentan en ellas; haciendo énfasis en identificar y reducir las causas de los desperdicios, para así eliminar su impacto.

ESIDE consta de 10 pasos que son:

1. **Elegir el sistema a ser analizado:** Se define en primer lugar el sistema objeto de estudio. La selección dependerá de factores tales como: la posibilidad de actuación que el analista tenga sobre el sistema y las variables centrales en el análisis, considerando la importancia estratégica del sistema en los resultados de la organización.
2. **Recolectar y organizar la información:** La representación tradicional de todo sistema consiste en simplificarlo en el esquema denominado diagrama IPO, para significar entradas, proceso y salidas sin embargo, una aproximación con mas detalles permite especificar que en el proceso se dispone de recursos, que tanto las entradas como las salidas tienen emisores y receptores y que en cada nivel existen rechazos en el proceso, entre otros elementos.



Existen numerosas herramientas para el registro y análisis de la información, las cuales constituyen una valiosa ayuda a la hora de estudiar procesos con la idea de mejorarlos, entre los que se pueden mencionar:

- Diagramas del proceso
- Representaciones fotográficas
- Modelos (planos de distribución del área de trabajo, plantillas, planos de piezas y productos, prototipos)

- 3. Decidir el alcance del estudio:** en esta fase del análisis se debe recordar que probablemente uno o varios elementos del sistema son los que realmente ameritan de un estudio detallado para mejorar el desempeño global. Lo que se decida en esta fase puede implicar la redefinición del sistema inicialmente seleccionado y la selección de un subsistema del mismo.
- 4. Identificar los desperdicios presentes:** para detectar los desperdicios presentes en cada componente del sistema, se cuenta con una lista de chequeo de desperdicios comunes a través de los diversos elementos del sistema (producto, insumos, equipos y herramientas, mano de obra, espacio y actividades), la cual sirve de referencia para tal propósito.
- 5. Cuantificar los desperdicios:** cuantificar permite jerarquizar las variables creando un orden natural de ataque y posteriormente ayuda a justificar la inversión que requerirá la mejora que se diseñe.
- 6. Analizar los desperdicios:** El análisis del desperdicio tiene como objetivo determinar las causas del mismo. Se requiere aplicar sistemáticamente la pregunta por qué para esclarecer en donde reside la fuente de desperdicio a la cual debe dirigirse la principal acción.
- 7. Diseñar y seleccionar las soluciones:** Para reducir o eliminar las causas de desperdicio se pueden aplicar distintas soluciones, bien sea por el conocimiento previo de los que participan en la búsqueda de la solución o a través de un estudio más detallado si no se visualiza fácilmente la solución.



Algunas de las herramientas recomendadas por ESIDE para la solución de problemas industriales son: Inspecciones en la fuente, poka yoke y SMED.

8. Evaluar el impacto de las soluciones en el sistema: Cualquier cambio propuesto influye más allá de la unidad que está siendo estudiada, por lo que se debe hacer un esfuerzo para encontrar todas las ventajas y desventajas asociadas con la propuesta de acción, eso permitirá tomar una decisión con mucha más responsabilidad y conocimiento de los posibles acontecimientos.

9. Planificar para la acción-control: El definir acciones a seguir en la implementación de la propuesta, permite llevar un seguimiento durante el tiempo especificado para ello. Será necesario en el proceso de planificación determinar todos los recursos necesarios para tal fin, así como controlar el recurso tiempo asignando responsabilidades.

El plan debe responder claramente el qué hacer, cómo hacerlo, cuándo hacerlo, donde hacerlo y quién debe hacerlo.

10. Implementar y controlar las soluciones (mejora continua): Es la acción la que provee las soluciones. Es cuando se actúa que se obtienen los resultados reales que permiten corregir las desviaciones (en caso de existir) respecto a lo planificado. También permite comparar objetivamente los resultados que se obtienen con la implementación de las mejoras con los resultados del sistema actual.

II.2.5 Indicadores de gestión

Beltrán (1998) lo define como “la relación entre las variables cuantitativas o cualitativas, que permiten estudiar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno observado, respecto de objetivos y metas previstas e influencias esperadas”.



II.2.5.1 Atributos de los indicadores

- **Exactitud:** La información debe representar la situación o el estado como realmente es
- **Forma:** Existen diversas formas de presentación de la información, que puede ser cuantitativa o cualitativa, numérica o gráfica, impresa o visualizada, resumida y detallada. La forma debe ser elegida según la situación, necesidades y habilidades de quien la recibe y la procesa
- **Frecuencia:** es la medida de cuan a menudo se requiere, se recaba, se produce o se analiza
- **Extensión:** se refiere al alcance en términos de cobertura del área de interés, además tiene que ver con la brevedad requerida según el tópico de que se trate
- **Origen:** puede originarse dentro o fuera de la organización. Lo fundamental es que la fuente que la genera sea la correcta
- **Temporalidad:** la información puede referirse al pasado, a los sucesos actuales o a las actividades o sucesos futuros.
- **Relevancia:** la información es relevante si es necesaria para una situación particular
- **Integridad:** una información completa proporciona al usuario el panorama integral de lo que necesita saber acerca de una determinada situación
- **Oportunidad:** para ser considerada oportuna, una información debe estar disponible y actualizada cuando se la necesita.

II.2.6 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Es un sistema destinado a mejorar la efectividad de los equipos y eliminar las 6 grandes pérdidas presentes en los mismos, a saber:



1. **Fallos del equipo**, que producen pérdidas de tiempo inesperadas.
2. **Puesta a punto y ajustes** de las máquinas que producen pérdidas de tiempo al iniciar una nueva operación u otra etapa de ella.
3. **Marchas en vacío, esperas y detenciones menores** durante la operación normal que producen pérdidas de tiempo, ya sea por la operación de detectores, obstrucciones en las vías, etc.
4. **Velocidad de operación reducida**, que produce pérdidas de tiempo al no obtenerse la velocidad de diseño del proceso.
5. **Defectos en el proceso**, que producen pérdidas de tiempo al tener que reparar piezas defectuosas o completar actividades no terminadas.
6. **Pérdidas de tiempo** propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo y periodo de prueba, etc.

Las actividades del TPM están enfocadas a reducir estas pérdidas a cero, para restaurar la fábrica y los equipos a sus condiciones ideales y mantenerlas a ese nivel continuamente, lo cual contribuye a la reducción de los costos y a realizar las entregas del producto a tiempo. Además, incorpora una serie de nuevos conceptos entre los cuales cabe destacar el Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, enseñándolos a limpiar minuciosamente sus equipos y a ser responsables de ellos, lo que les permite tener participación activa, trabajar con mayor seguridad y elevar su moral, ya que aportan sugerencias en posibles mejoras a las máquinas.

II.2.7 Ingeniería económica

La ingeniería económica se define como la técnica que permite evaluar los proyectos de ingeniería en términos monetarios antes de que los mismos sean realizados, con el objeto de seleccionar aquellos que maximicen los beneficios y que, por lo tanto, permitan la mejor utilización del capital disponible (Giugni de Alvarado, Etedgui de Betancourt, Gonzalez de Salama y Guerra Torrealba, 2009).



Entre los fines más importantes del estudio económico-financiero de un proyecto está la determinación de su factibilidad económica o rentabilidad, es decir, su capacidad para generar ganancias, lo cual constituye la información básica para tomar la decisión de invertir o no, desde un punto de vista económico. Una vez tomada la decisión el proyecto es puesto en operación.

II.2.8 Ergonomía

Según Cortés (2001) la ergonomía es la disciplina que se encarga de adaptar el ambiente o condiciones de trabajo al hombre para proporcionarle confort y lograr al mismo tiempo eficacia productiva.

La ergonomía es una ciencia en sí misma, que conforma su cuerpo de conocimientos a partir de su experiencia y de una amplia base de información proveniente de ciencias como la psicología, la filosofía, la antropometría, la biomecánica, la ingeniería industrial, el diseño y muchas otras.

La lógica que utiliza se basa en el axioma de que las personas son más importantes que los objetos o que los procesos productivos; por tanto, en aquellos casos en los que se plantee cualquier tipo de conflicto de intereses entre personas y cosas, deben prevalecer los de las personas.

En ocasiones se pueden mejorar considerablemente la comodidad, la salud, la seguridad y la productividad del trabajador aplicando los principios básicos de la ergonomía, entre los cuales se pueden destacar para el caso en estudio:

- Disminuir al mínimo posible el trabajo en pie, ya que es menos agotador hacer una tarea estando sentado que de pie.
- Rotar las tareas repetitivas para disminuir la exigencia física a los trabajadores.



- Colocar a los trabajadores y el equipo de manera tal que estos puedan desempeñar sus tareas teniendo los antebrazos pegados al cuerpo y con las muñecas rectas.
- Ninguna tarea debe exigir de los trabajadores que adopten posturas forzadas, como tener todo el tiempo extendidos los brazos o estar encorvados durante mucho tiempo.

II.2.8.1 Trastornos músculos esqueléticos

Los Trastornos Músculo esqueléticos (TME) son el conjunto de lesiones y desórdenes de músculos, tendones, nervios y articulaciones que se manifiestan generalmente por dolor principalmente en las regiones de la espalda, cuello, hombros, codos, muñecas y manos.

Se trata de afecciones físicas originadas por traumas acumulados sobre diversos tejidos del sistema osteomuscular que se desarrollan gradualmente en un periodo de tiempo y pueden variar en un rango de severidad entre suaves e intermitentes hasta debilitantes y crónicos (Putz – Anderson, 1994). Esta definición no incluye lesiones músculo esqueléticas que resultan de caídas, atrapamientos, colisión de vehículos, violencia, etc.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha definido a los TME relacionados con el trabajo como de origen multifactorial para indicar con esto que un número de factores de riesgo físico, organizacional, psicosocial, individual y sociocultural contribuyen al desarrollo de estos problemas en el sistema osteomuscular.

Estos factores de riesgo de manera general pueden clasificarse como:

- Fuerza
- Posturas no neutrales
- Movimientos repetitivos



- Vibraciones
- Factores psicosociales
- Duración de las tareas y periodos de recuperación
- Otros (Frío, consumo de tabaco, drogas y alcohol)

II.2.8.2 Método REBA

Es un sistema de análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas, sensible para riesgos músculo esqueléticos en una variedad de tareas que incluyen factores de carga postural dinámicos y estáticos e interacción persona-carga. Es aplicable a cualquier sector o actividad laboral.

El desarrollo del REBA pretende dividir el cuerpo en segmentos para evaluarlos individualmente mediante un sistema de puntuación para la actividad muscular debida a posturas estáticas (segmento corporal o una parte del cuerpo), dinámicas (acciones repetidas, por ejemplo repeticiones superiores a cuatro veces por minuto), inestables o por cambios rápidos en la postura; así mismo incluye factores que considera determinantes como la carga o fuerza manejada, una variable de agarre y una valoración que evalúa si la postura de los miembros superiores del cuerpo es adoptada a favor o en contra de la gravedad, indicando la urgencia con que se deberían aplicar las acciones correctivas.

II.3 Definición de términos básicos

Abolladura: Hundimiento en una superficie.

Ausentismo: Es el conjunto de ausencias por parte de los trabajadores de un determinado centro de trabajo, justificadas o no, quedando excluidos los periodos vacacionales y las huelgas.



Condiciones disergonómicas: circunstancias en las cuales el medio de trabajo no se adapta al operario.

Desperdicio: Cualquier cosa que agrega costo o tiempo sin agregar valor.

Eficiencia: es la relación entre los recursos que debieron emplearse en un sistema y los que realmente fueron empleados para obtener los productos.

Fatiga: Molestia ocasionada por la respiración frecuente o difícil causada por la ejecución de una tarea.

Operación: Ejecución de una tarea para completar un proceso.

Paletización: Organización de los paquetes o unidades sobre una paleta, a fin de conformar eficiente y económicamente una unidad técnica, aprovechando al máximo el área de la misma.

Pet: Es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo de peso ligero y color transparente.

Productividad: es la relación entre los productos obtenidos y los recursos utilizados para obtenerlos.

Riesgo: Es una medida potencial de sufrir un determinado daño derivado del trabajo asociado a la magnitud de las consecuencias.

Tiempo efectivo: Tiempo empleado en la actividad concreta del puesto de trabajo, sin tomar en cuenta el descanso.

Unidades defectuosas: Carencia o imperfección en lo que respecta a las cualidades de un producto.

Valor residual: Es la remuneración neta obtenida por la venta de los activos fijos tangibles



CAPÍTULO III

Marco metodológico



III.1 Tipo y diseño de la investigación

El estudio se enmarca dentro de las siguientes modalidades generales de investigación:

- **Investigación de campo:** Según la Universidad pedagógica experimental libertador (UPEL, 2006) es el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo.
- **Proyecto Factible:** Se define (UPEL, 2006) como la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El Proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades.

Esto debido a que se quiere describir y analizar los métodos de trabajo actuales en la línea de llenado (serac) de aceites comestibles “Diana” (vegetal y de soya) de 1 litro, para idear alternativas de mejora que sean factibles técnica y económicamente y así resolver las problemáticas identificadas.



III. 2 Unidad de análisis

En Industrias Diana C.A, se evaluará específicamente al sistema compuesto por operarios, recursos, equipos y operaciones de la línea de aceites comestibles “Diana” (vegetal y de soya) de 1 litro.

III.3 Técnicas de recolección y análisis de información

- **Observación directa:** Tamayo y Tamayo (1999) la define como aquella en la cual el investigador puede recoger los datos mediante su propia observación. Esta técnica se aplicará en las diferentes visitas que se realicen a la empresa para diagnosticar la situación actual de la misma en cuanto a desperdicios y métodos de trabajo actuales, siempre que sea posible.
- **Entrevistas:** La entrevista es una confrontación interpersonal, en la cual una persona, el entrevistador, formula a otra, el respondiente, preguntas cuyo fin es obtener respuestas relacionadas con el problema de investigación (Kerlinger, 1983). En aquellas ocasiones donde no es posible recoger los datos de forma directa o se generan dudas acerca del proceso, se hace necesario consultar con los supervisores de la línea, ya que son grandes conocedores del área de estudio.
- **ESIDE:** Metodología para la Eliminación Sistemática de Desperdicios, consiste en la aplicación de 10 pasos que incluyen elección del sistema de análisis, recolección y organización de la información, alcance del estudio, identificación, cuantificación y análisis de desperdicios, diseño y selección de soluciones, evaluación de su impacto e implementación y control (Ortiz e Illada, 2007).

Esta técnica es especialmente útil para reconocer los desperdicios claves en el área de estudio, así como también para cuantificarlos y analizar las



causas raíces de dichos desperdicios, con el fin de captar la atención hacia lo verdaderamente relevante para la solución del problema.

- **Análisis del proceso:** Se realiza utilizando el diagrama del proceso, con el fin de analizar las actividades involucradas en la producción e identificar con mayor facilidad dónde pudiesen estar los fallos como demoras, operaciones innecesarias, entre otros.
- **Análisis de la operación:** Es un procedimiento empleado para identificar cuáles son las oportunidades de mejora a lo largo del sistema, mediante la aplicación de los 10 criterios en los que se basa la herramienta; de esta manera se puede eliminar una actividad que se realiza actualmente y no es necesaria, simplificar el diseño del producto para reducir costos y tiempo de producción, mejorar las técnicas de control de calidad, alcanzar la máxima eficiencia de maquinarias y equipos, entre otros.
- **Método REBA:** Según la Universidad Politécnica de Valencia, España, (2006) evalúa la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar desórdenes traumáticos acumulativos debido a la carga postural dinámica y estática. El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazos, antebrazos, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Este método se aplicará en la zona de paletizado, donde existen movimientos de quinto orden y altamente repetitivos, con el fin de evaluar el nivel de nocividad de la actividad.
- **Diagrama de Pareto:** Distribución de frecuencia de datos de atributos ordenados por categoría. Este diagrama no identifica los defectos más importantes, sino solo los que ocurren con mayor frecuencia. En el estudio en cuestión es de gran utilidad esta herramienta puesto que permite identificar cuál es la causa que tiene mayor impacto en la aparición de un desperdicio específico en el sistema.



III.4 Fases de la investigación

Fase I: Visitas a la planta a fin de conocer el proceso de producción, recopilar información acerca de materiales, equipos, métodos de trabajo y producto a través de observación directa y entrevistas a supervisores y operarios de la línea serac en diferentes turnos de trabajo.

Fase II: Interpretación y análisis de la información recopilada para establecer causas raíces de los desperdicios actuales observados, utilizando recursos como la metodología ESIDE, análisis de la operación, método REBA y diagrama de Pareto; esto con la finalidad de determinar las áreas que tienen mayor prioridad de acción.

Fase III: Diseño de propuestas de mejora que reduzcan los desperdicios identificados y permitan realizar las operaciones en forma más sencilla y eficiente mediante una tormenta de ideas, de las cuales las más resaltantes serán notificadas al personal de la empresa, seleccionando las que consideren que más se ajustan a las necesidades y a los recursos disponibles (tiempo, capital, personal).

Fase IV: Evaluación económica de las propuestas planteadas para determinar su factibilidad técnico-económica, tomando en cuenta los costos y beneficios resultantes de su implementación.



CAPÍTULO IV

Registro y Análisis de la información



IV.1 Descripción Del Proceso

Para el registro y análisis de la información recolectada acerca del proceso de producción de la línea de aceite Diana de 1 litro se utilizan como herramientas el diagrama del proceso, el análisis de la operación, la metodología ESIDE y el método REBA, con lo cual se tendrá una idea más clara de las condiciones actuales de la línea en cuanto a desperdicios de material y tiempo, condiciones disergonómicas, entre otros.

El proceso de la línea de aceite de 1 litro (serac) se inicia con la alimentación de botellas pet, pasando por 12 estaciones más hasta llegar al área de paletización, que es la última etapa del proceso en estudio:

- **Alimentación de las botellas pet:** El proceso inicia con la alimentación de los envases, donde dos operarios colocan una camada de 384 botellas en el pulmón, que luego serán llevadas por una banda transportadora hasta la llenadora.
- **Posicionamiento:** Dos operarios se encargan de colocar en posición correcta aquellas botellas que vienen del pulmón de alimentación, constatan que estén en posición vertical en la banda transportadora para que puedan entrar a la llenadora sin ocasionar atascos en la máquina.
- **Inspección I:** En este punto de inspección un operario ubicado antes de la entrada a la llenadora, verifica visualmente que las botellas no lleven abolladuras ni defectos en el diseño.
- **Llenado y tapado:** Luego de la inspección I las botellas pasan por la máquina llenadora, la cual cuenta con 33 boquillas que dispensan el aceite por acción automática de válvulas mecánicas, inmediatamente a la salida de la llenadora son tapadas por la máquina tapadora provista con 11 boquillas dispensadoras de tapas.



- **Codificado I:** Es el primer codificado que se imprime en la botella al salir de la llenadora, donde se especifica fecha de producción del lote, fecha aproximada de vencimiento y precio máximo de venta al público.
- **Inspección II:** Luego de ser codificadas, las botellas son inspeccionadas por un operario que verifica visualmente si alguna botella viene sin código impreso o con aceite derramado en su superficie, de ser así, son retiradas de la línea para corregir este defecto e incorporadas nuevamente a la línea para que culminen el proceso.
- **Etiquetado:** La máquina etiquetadora consta de un tanque que suministra pegamento a través de tuberías a una esponja, la cual impregna pega a la etiqueta de identificación del producto y lo adhiere al envase con un brazo auxiliar. La máquina cuenta con un carrusel posicionador para 16 botellas.
- **Inspección III:** En la tercera inspección del proceso hay un operario que verifica visualmente que todos los envases que van hacia la encajadora pestén con sus respectivas etiquetas y libres de aceite en el exterior. Si existe algún envase sin etiqueta o con aceite, es retirado de la línea para ser reprocesado.
- **Armado de cajas para 12 unidades:** En esta estación de trabajo dos operadores arman manualmente las cajas de cartón con capacidad para 12 unidades, para luego pasarlas por un rodillo que coloca en la base cinta adhesiva y por acción de una banda transportadora son llevados hacia la encajadora.
- **Embalaje:** Este proceso es realizado con una máquina encajadora que por acción mecánica toma los envases de la banda transportadora por medio de 3 brazos con 12 sujetadores cada uno y los deposita en cajas de cartón para 12 unidades de aceite de 1 litro.
- **Inspección IV:** Un operario verifica que las cajas contengan 12 unidades de aceite de 1 litro, que los envases se encuentren bien posicionados y que



la caja no tenga derrame de aceite en la base. De ser así, las cajas son retiradas de la línea para que las unidades puedan ser reprocesadas.

- **Sellado:** Las cajas que vienen de la encajadora a través de rodillos locos, pasan por un mecanismo que aplica pegamento caliente en las tapas superiores de la caja para sellarlas.
- **Codificado II:** En este segundo codificado del proceso se imprime en las cajas información referida a fecha de fabricación, fecha de vencimiento y número de lote.
- **Paletizado:** En la estación de paletización dos operarios se rotan para apilar las cajas en paletas de madera y posteriormente reflejan en una tarjeta de identificación: producto, presentación, cantidad, turno, fecha de producción y paletizador. Luego de colocar la etiqueta envuelven las tres capas superiores con una película flexible de plástico a fin de evitar caídas.

IV.2 Análisis del proceso

En un principio se realiza el diagrama de operaciones del proceso que muestra la secuencia de todas las operaciones e inspecciones, además de información relevante al análisis como tiempos, materiales, maquinarias y equipos utilizados, lo que permite tener una visión global del proceso. El mismo queda representado en la figura IV.1

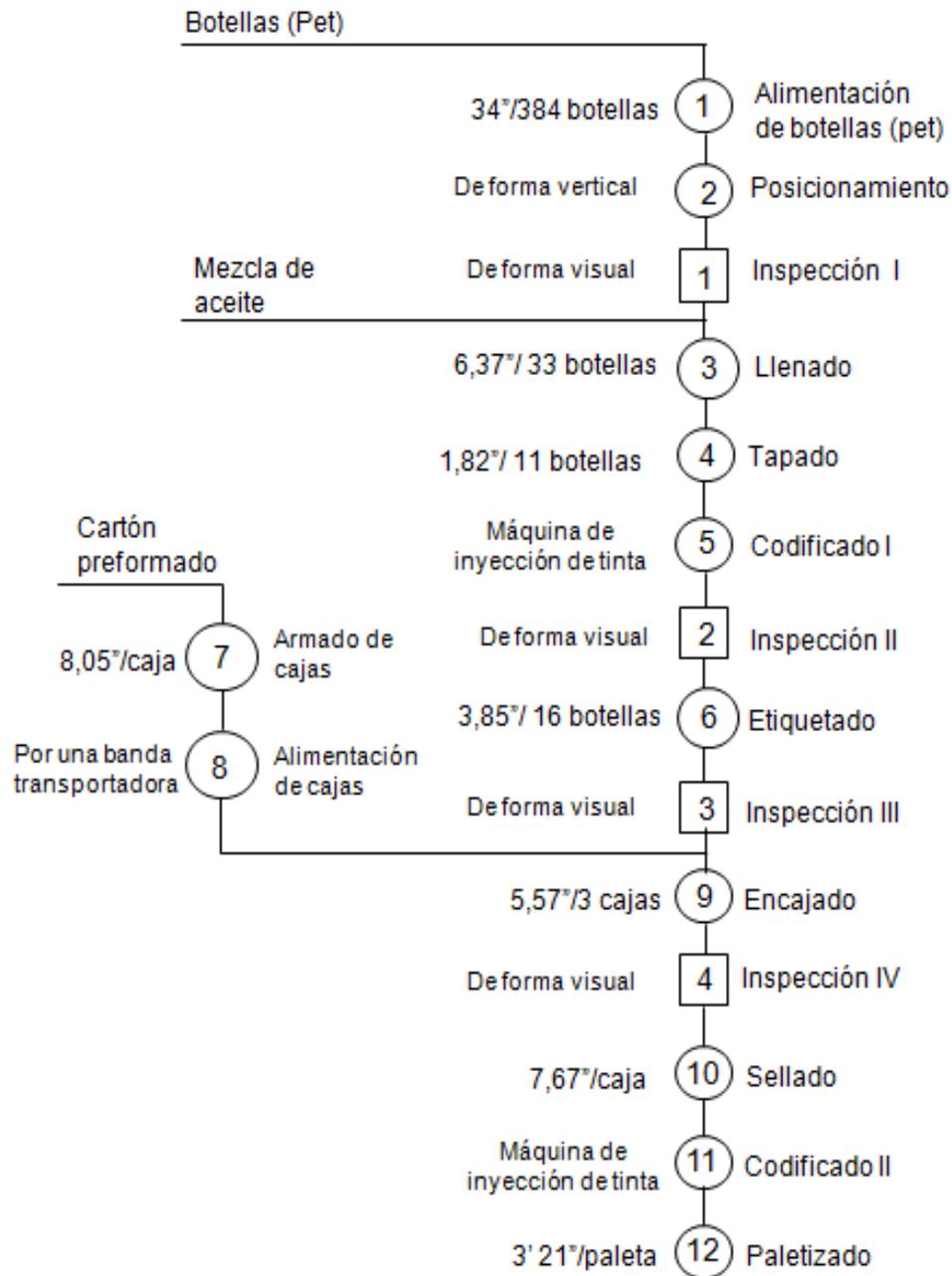


Figura IV.1. Diagrama de Operaciones del Proceso



IV.3 Análisis de la operación

Con el análisis de la operación se busca identificar las actividades que no agregan valor, a través de la aplicación, en lo posible, de los criterios en los que se basa la herramienta.

Inicialmente se aplica el criterio del propósito de la operación, donde se estudia qué actividades no son necesarias dentro del proceso, las cuales se enumeran a continuación:

1. **Posicionamiento de botellas (pet) en la banda**, esto debido a que no se realiza de forma correcta la alimentación de botellas a la llenadora, al no garantizar que las mismas se mantengan en posición vertical para su entrada a la máquina.
2. **Inspección III**, debido a que en la inspección II ya existe un operario que verifica que todos los envases que van hacia la etiquetadora estén libres de aceite en el exterior. De realizarse correctamente las tareas en la inspección II se evitaría que pasaran a la etiquetadora botellas con derrames, lo que a su vez aseguraría una buena adhesión de las etiquetas.

Aquellas actividades que se consideran necesarias dentro del proceso de producción se enlistan en la tabla IV.1, asimismo se aplican los criterios restantes para identificar oportunidades de mejora.

Tabla IV.1. Aplicación de análisis de la operación.

Operación	Descripción	Criterio	Justificación
<p>Alimentación de botellas (pet)</p> 	<p>2 operarios colocan manualmente una camada de 384 botellas en el pulmón de alimentación.</p>	<p>-Manejo de materiales</p> <p>-Economía de movimientos</p>	<p>-Podría utilizarse un alimentador a fin de simplificar el manejo de las botellas para asegurar que entren en posición correcta a la llenadora y prevenir abolladuras.</p> <p>-Existen movimientos de quinto orden puesto que los operarios deben flexionar el tronco a nivel de piso para tomar la camada de botellas de la paleta.</p>
<p>Inspección I</p> 	<p>1 operario ubicado antes de la entrada a la llenadora verifica visualmente que las botellas no lleven abolladuras ni defectos en el diseño.</p>	<p>-Tolerancias y especificaciones</p>	<p>-La actividad es realizada en un 100% por el hombre, lo cual no garantiza la calidad de la inspección sobre el producto. Se puede semi-automatizar la operación para facilitar la labor del operador en la inspección.</p>
<p>Llenado y tapado</p> 	<p>La máquina llenadora introduce el aceite en la botella a través de dispensadores por acción de válvulas mecánicas, surgiendo en ocasiones derrames de aceite; inmediatamente a la salida de la llenadora son tapadas por la máquina tapadora que posee 11 boquillas.</p>	<p>-Procesos de manufactura</p>	<p>-Debe realizarse de forma más eficiente las operaciones mecanizadas. Se puede mejorar el sistema de válvulas con sensores de mayor tecnología que reduzcan los desperdicios por derrames de aceite.</p>

<p style="text-align: center;">Codificado I</p> 	<p>Se imprime en la botella fecha de producción del lote, fecha aproximada de vencimiento y precio máximo de venta al público por medio de un dispositivo de inyección de tinta.</p>	<p>-Procesos de manufactura</p>	<p>-Se puede actualizar el sistema de impresión adquiriendo un dispositivo que mejore la calidad de impresión.</p>
<p style="text-align: center;">Inspección II</p> 	<p>1 operario verifica visualmente si alguna botella viene sin código impreso o con aceite derramado en su superficie, de ser así, son retiradas de la línea para corregir este error e incorporarlas nuevamente para que culminen el proceso.</p>	<p>-Tolerancia y especificaciones</p>	<p>-La actividad es realizada en un 100% por el hombre, lo cual no garantiza la calidad de la inspección sobre el producto. Las operaciones no se realizan bien a la primera vez, requiriendo ser reprocesadas para corregir errores. Se puede semi-automatizar la operación para facilitar la labor del operador en la inspección.</p>
<p style="text-align: center;">Etiquetado</p> 	<p>Es un proceso automatizado que consiste en adherir la etiqueta de identificación del producto al envase, produciéndose en ocasiones fallas en la máquina.</p>	<p>-Procesos de manufactura</p>	<p>-Es recomendable realizar actividades de mantenimiento de forma periódica con la finalidad de que la máquina siempre opere de la forma más eficiente.</p>

<p>Armado de cajas para 12 unidades</p> 	<p>2 operadores arman manualmente las cajas de cartón con capacidad para 12 unidades, para luego pasarlas por un rodillo que coloca en la base cinta adhesiva y por acción de una banda transportadora son llevadas hacia la máquina encajadora.</p>	<p>-Condiciones de trabajo</p>	<p>-La iluminación del área es escasa, lo cual provoca cansancio visual a los operarios al permanecer en esa área por tiempo prolongado; además no existe una adecuada ventilación, lo cual puede generar fatiga por tratarse de una actividad repetitiva.</p>
<p>Embalaje</p> 	<p>Por acción mecánica toma de la banda transportadora los envases que depositará en cajas de cartón de 12 unidades para el embalaje del aceite de 1 litro.</p>	<p>-Procesos de manufactura</p>	<p>Se podría adaptar el sistema actual de la máquina para que coloque las botellas en la caja a una velocidad mayor a la actual.</p>
<p>Inspección IV</p> 	<p>Un operario verifica que las cajas contengan 12 unidades de aceite de 1 litro, que los envases se encuentren bien posicionados y que la caja no tenga derrame de aceite en la base. De ser así, las cajas son retiradas de la línea para que las unidades puedan ser reprocesadas.</p>	<p>-Tolerancia y especificaciones</p>	<p>Aún cuando la inspección es 100% visual, los problemas de errores en la producción no deben atribuirse solamente al hombre. Es necesario innovar la manera de inspeccionar incorporando por ejemplo, dispositivos diseñados para impedir un defecto en la producción como los llamados Poka Yoke o a prueba de error.</p>

<p style="text-align: center;">Sellado</p> 	<p>Las cajas que vienen de la encajadora son empujadas por un operario para permitir su paso por un rodillo que aplica pegamento caliente en las tapas superiores de la caja para sellarlas.</p>	<p>-Procesos de manufactura.</p>	<p>Será necesario optimizar el funcionamiento de la banda transportadora a fin de imprimir mayor velocidad a la entrada de las cajas a la máquina selladora logrando que el operario no interceda en el proceso.</p>
<p style="text-align: center;">Codificado II</p> 	<p>En este segundo codificado del proceso se imprime en las cajas información referida a fecha de fabricación, fecha de vencimiento y numero de lote.</p>	<p>-Procesos de manufactura</p>	<p>Se puede actualizar el sistema de impresión adquiriendo un dispositivo que mejore la calidad de impresión.</p>
<p style="text-align: center;">Paletizado</p> 	<p>En la estación de paletización dos operarios se rotan para apilar las cajas en paletas de madera y posteriormente reflejan en una tarjeta de identificación: producto, presentación, cantidad, turno, fecha de producción y paletizador. Luego de colocar la etiqueta envuelven las tres primeras capas en plástico a fin de evitar caídas.</p>	<p>-Principios de economía de movimientos.</p>	<p>Se evidencian movimientos de quinto orden, ya que el operador flexiona y gira el tronco de manera repetitiva aunado a acciones de manipulación de carga.</p>

Fuente: Información obtenida del análisis producto de la observación de las autoras



De la tabla IV.1 se puede deducir que existen grandes posibilidades de mejora en la línea de aceite Diana de 1 litro, siendo las más resaltantes en cuanto a desperdicios de material y fallas en máquinas: el área de alimentación, debido a la existencia de desperdicios por botellas abolladas, el área de llenado, por existir derrames de aceite y el área de etiquetado, debido a fallas constantes y actividades de reproceso que restan tiempo efectivo a la actividad. De igual importancia son las condiciones disergonómicas presentes en las áreas de llenado y paletizado, donde el trabajador ejecuta movimientos que representan un riesgo de sufrir lesiones músculo esqueléticas. Así mismo se requiere mejorar los métodos de inspección, ya que se realizan 100% por el hombre, por lo que se hace necesario incluir dispositivos que faciliten su labor y reduzcan la posibilidad de que unidades defectuosas no sean detectadas a tiempo dentro del proceso.

IV.4 Análisis de paradas no programadas en la línea

Mediante un diagrama de Pareto se puede identificar cuál es la causa que tiene mayor impacto en la aparición de un desperdicio específico en el sistema, en este caso se utiliza para analizar las causas que originan paradas no programadas a la línea, clasificadas en fallas mecánicas, fallas eléctricas, fallas de instrumentación, fallas operativas, falta de materiales y falta de personal, con lo cual se tiene una idea más clara de cuáles son los puntos críticos que afectan en mayor medida la eficiencia del sistema, en cuanto a tiempo efectivo (Ver tabla y figura IV.2)



Tabla IV.2 Análisis de las causas de paradas no programadas en la línea

Causa de Parada	Promedio de paradas al mes (hr)	Porcentaje de paradas al mes	Porcentaje acumulado
Falta de material	184,13	84,22%	84,22%
Fallas Mecánicas	16,99	7,77%	91,99%
Producto fuera de especificación	8,98	4,11%	96,10%
Falta de personal	3,40	1,56%	97,65%
Fallas de instrumentación	3,21	1,47%	99,12%
Fallas eléctricas	1,81	0,83%	99,95%
Fallas operativas	0,11	0,05%	100,00%

Fuente: Industrias Diana C.A.

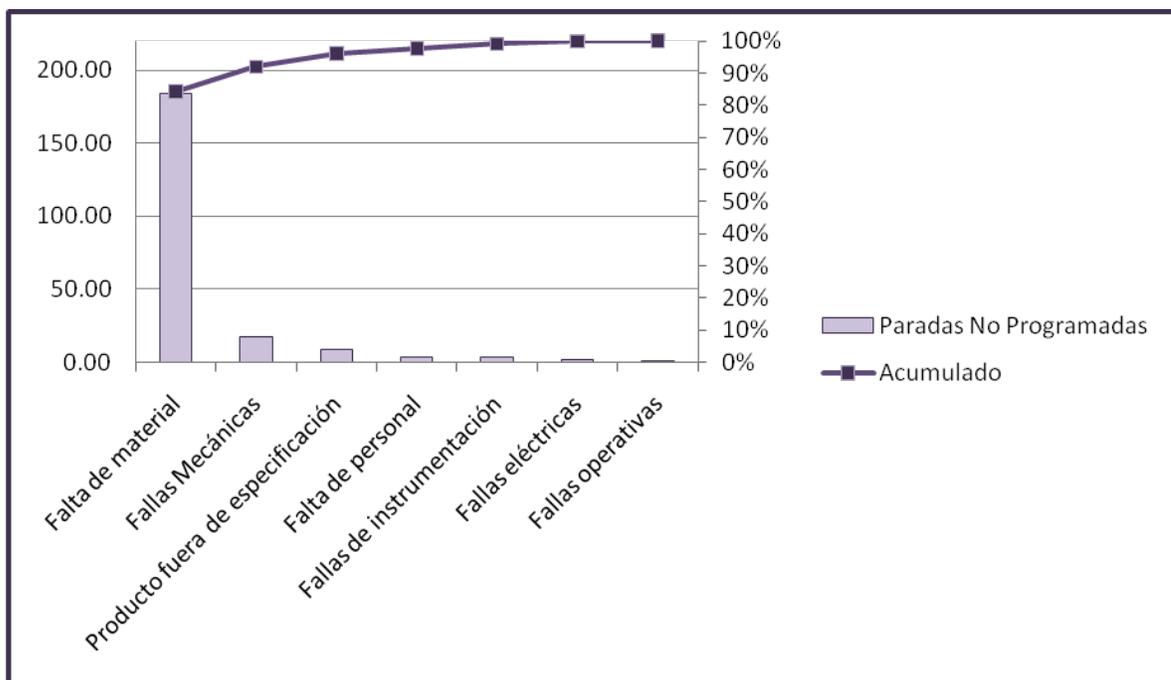


Figura IV.2 Análisis de las causas de paradas no programadas en la línea

De la figura IV.2 puede decirse que un 84% de las paradas no programadas son ocasionadas por faltas de material, siendo los principales responsables de esto los proveedores internos y externos a la planta, al no poder cubrir los requerimientos de material de Industrias Diana C.A.



Los proveedores externos atienden distintos tipos de materiales, por ejemplo VENPET, ENPET Y AMCOR suministran la botella pet de 1 litro transparente con un peso promedio de 24,6 gr, de diámetro 77,5 mm aproximadamente y una altura de 261 +/- 1 mm. Las tapas son suministradas por Alucaps Andina con características de color rojo, roscadas y de 28 mm de diámetro aproximadamente. En relación a las cajas su suministro está a cargo de la empresa Venezolana de Cajas Corrugadas, que despacha cajas de cartón con dimensiones de 334 mm de largo, 250 mm de ancho y 265 mm de alto.

En el caso específico de los envases pet el problema principal de los proveedores es que por ser los únicos en el mercado nacional no logran satisfacer todos los requerimientos de sus clientes, constituyendo esto un problema persistente para Industrias Diana C.A al generar paradas en la producción.

El problema de suministro con respecto a las cajas no involucra al proveedor externo, sino que es producto de demoras ocasionadas en la estación de armado de cajas por ser una operación manual y por ir desfasada con respecto a la velocidad de la línea, tomando en cuenta que este puesto de trabajo se encuentra en un área apartada al flujo de producción. Para las tapas no se han evidenciado demoras significativas que afecten el suministro a la línea.

En segundo lugar se encuentran las fallas mecánicas, ya sea de la llenadora, tapadora, etiquetadora, encajadora y formadora de cajas como causa de paradas frecuentes en la línea. Conocer la razón de estas paradas permite proponer soluciones referidas al mantenimiento de las máquinas que disminuyan las fallas en las mismas.

En cuanto a las paradas por producto fuera de especificación se debe en gran parte a que el proceso de inspección es realizado 100% de forma visual por los operarios, lo cual incrementa la cantidad de producto defectuoso desapercibido que pudiera avanzar en el proceso, causando demoras al momento de detectarlos.



IV.5 Metodología ESIDE

Es necesario identificar un orden de prioridades de estudio orientados a las mejoras en los diferentes subsistemas que conforman el proceso, basándose en las condiciones actuales en relación a desperdicios presentes, para ello se aplicó la tabla de identificación de prioridades de estudio de la metodología ESIDE.

IV.5.1 Selección del sistema a ser analizado

Se escogen cinco áreas fundamentales del proceso, de acuerdo a los desperdicios observados: el área 1 (Alimentación), área 2 (Llenado), área 3 (etiquetado), área 4 (Formado de cajas) y área 5 (Paletizado). Se utilizan los siguientes indicadores para medir el desempeño de las cinco áreas y para los cuales se recolectó la información correspondiente, junto con los registros con los que cuenta la empresa.

- **Scrap (%)** (material desperdiciado/material utilizado): se mide como la relación entre el material que se desperdicia y el material utilizado, en cada área.

$$\% \text{ Scrap} = \frac{\text{Material Desperdiciado}}{\text{Material Utilizado}} \times 100$$

- **Reprocesos** (unidades reprocesadas/ hora): Relación de unidades que deben ser reinsertadas a la línea para corregir sus defectos por unidad de tiempo.

$$\text{Reprocesos} = \frac{\text{Unidades reprocesadas}}{\text{hr}}$$

- **Condiciones disergonómicas** (cualitativo): Nivel de riesgo que representan los movimientos del cuerpo ejecutados por el trabajador, ya sea de primero, segundo y tercer orden que abarcan: dedos, muñeca y



antebrazo considerándose de nivel de riesgo bajo, cuarto orden bajo riesgo abarcando: dedos, muñeca y antebrazo y hombro y quinto orden nivel de riesgo alto, abarcando tronco.

- Para el cálculo de los valores de los indicadores de gestión empleados en la tabla IV.3 se utilizó la metodología que se describe a continuación, considerando fundamentalmente la información suministrada por el departamento de producción además de datos obtenidos de la observación del proceso y de los trabajadores en su puesto de trabajo, comenzando con el indicador de scrap para cada subsistema se tiene:

- **Alimentación**

Información base: Se consideran datos suministrados por el departamento de producción. A través de un diagrama de flujo se estableció una relación entre las botellas que entran al sistema por mes y todos los desperdicios de material ocurridos durante ese período.

Procedimiento de cálculo: La cantidad de botellas suministradas al área de alimentación se estima en la planificación diaria de producción de acuerdo a la disponibilidad de personal y materia prima, capacidades de equipos y turno de trabajo, lo cual hace que el flujo de entrada de botellas no se mantenga constante. De esto se conoce entonces que el promedio mensual de botellas que entra al área de alimentación es de 2.000.090.

Para el cálculo de las botellas desechadas por abolladuras se utilizaron los datos suministrados por el departamento de producción correspondiente a los porcentajes de desperdicios desde Enero hasta Julio de 2011, resultando un promedio de 4,76% de botellas abolladas por mes.



- **Llenado y Tapado**

Información base: El scrap considerado en este punto viene dado por la relación de botellas producidas al mes y la cantidad de mezcla suministrada a la llenadora, equivalente a 2.264.492,75 lts por mes. Además en esta área existe un desperdicio de tapas roscadas, el cual es tomado directamente de tablas de producción, arrojando un 3,33% de tapas desperdiciadas al mes. Toda la información a la cual se hace referencia es suministrada por Industrias Diana C.A.

Procedimiento de cálculo: Para el desperdicio de aceite tomamos los litros de mezcla al mes suministrados al tanque que alimenta la llenadora y los comparamos con los litros producidos al mes, la diferencia será el scrap de aceite expresado en relación porcentual.

$$2.264.492,75 \text{ lts} - 1.911.192 \text{ lts} = 353.300,75$$

$$\text{Scrap}_{\text{aceite}} = \frac{353.300,75}{2.264.492,75} * 100 = 15,6 \%$$

Al valor de scrap de aceite se le añade el desperdicio de tapas roscadas, para un total de 18,93% de scrap en el área.

- **Etiquetado**

Información base: El porcentaje de desperdicio para esta área desde Enero hasta Julio de 2011 refleja un valor promedio de 13,3%, prorratedos en desperdicios por reprocesos y desperdicios por fallas de la etiquetadora.



- **Formado de cajas**

Información base: La información se obtuvo a través de un registro que llevan los supervisores de turno del área acerca de la cantidad de cajas desperdiciadas, resultando un valor de 0,1 % de scrap de cajas al mes.

- **Paletizado**

En esta área no existe scrap, debido a que la operación se limita al arreglo en paletas de la unidad técnica que será almacenada.

De manera similar al scrap se hace un análisis sobre las situaciones que generan reprocesos en cada área.

En alimentación se considera ausencia de reprocesos por el hecho que la actividad está referida únicamente al suministro de la botella a la línea y en caso de detectarse una de ellas defectuosa es descartada del proceso.

Para el área de llenado y tapado se observa reprocesos de hasta 26 unidades por hora, lo cual implica que el operario debe retirar la botella de la línea al detectar aceite en su superficie para limpiarla con un paño y posteriormente reincorporarla al proceso.

En el área de etiquetado existe un reproceso promedio de 22,4 unidades por hora, obtenido de la observación directa de la operación, este reproceso es ocasionado por fallas en la etiquetadora y por aceite en la superficie de las botellas que entran a la máquina impidiendo la correcta adhesión de la etiqueta al envase.



En lo que respecta a las áreas de formado de cajas y paletizado no existen unidades reprocesadas, por la naturaleza de los procesos.

Para el indicador de condiciones disergonómicas se califica con un nivel alto al área de alimentación, bajo para el área de llenado y tapado, de igual forma que para el etiquetado. El área de formado de cajas se califica con un nivel medio y finalmente el área de paletizado se le asigna un nivel alto, por los movimientos de quinto orden y altamente repetitivos que requiere hacer el operario para ejecutar la operación.

Los valores actuales de los indicadores se tomaron en base a los datos suministrados por el departamento de producción de Industrias Diana C.A., mientras que el valor meta de cada uno de los indicadores se tomó con el objetivo de un 30% de reducción de desperdicios en cada una de las áreas. Se detallan en la tabla IV.3 los valores para la identificación de las prioridades de estudio.



TABLA IV. 3 Identificación de prioridades de estudio

Organización: INDUSTRIAS DIANA C.A

Sistema en estudio: LINEA SERAC 1 LITRO

Realizado por: CUICAR, F Y PEREZ V.

Fecha: 28 DE MAYO DE 2011

Páginas: 1

Indicadores de gestión del sistema					Alimentación			Llenado y tapado			Etiquetado			Formado de cajas			Paletizado		
Nombre	UM	VA	VM	PR	VA	ST	PTS	VA	ST	PTS	VA	ST	PTS	VA	ST	PTS	VA	ST	PTS
SCRAP	%	15,6	10,92	10	4,76	3	30	18,93	5	50	13,3	4	40	0,1	2	20	0	1	10
REPROCESOS	u/hr	9,68	6,78	9	0	1	9	26	5	45	22,4	4	36	0	1	9	0	1	9
Cond. disergonomicas	Cuالت.	Med	Bajo	6	Alto	5	30	Bajo	1	6	Bajo	1	6	Med	3	18	Alto	5	30
					Total	69		Total	101		Total	82		Total	47		Total	49	

Fuente: Industrias Diana C.A.

Leyenda:

% : (Material desperdiciado/Material utilizado) *100

UM: Unidad de medida del indicador.

VA: Valor actual del indicador

VM: Valor meta del indicador

PR: Peso relativo, valor asignado al indicador según su importancia en el desempeño global del sistema. (10 al más importante y 1 al menos importante)

ST: Estatus, prioridad de atención en comparación con el resto de los subsistemas de acuerdo al valor del indicador considerado. El mayor valor asignado al subsistema corresponde al más crítico.

PTS: Puntaje obtenido multiplicando el estatus de cada subsistema (ST) por el peso relativo del indicador (PR)



De acuerdo a la tabla IV.3 el área crítica del proceso es la de llenado y tapado, con un total de 101 puntos; esto quiere decir que es el área con mayor impacto en el desempeño de la línea por existir la mayor proporción de desperdicios, y es aquí donde debe atenderse con mayor prioridad las mejoras del sistema.

IV.5.2 Descripción del sistema seleccionado

Para profundizar aún más en relación al área crítica se presenta la descripción detallada de los aspectos referentes a producto, clientes, materiales, proveedores, mano de obra, equipos y herramientas, infraestructura y a la actividad en sí que se realiza (Ver tabla IV.4).

Tabla IV.4 Descripción del subsistema seleccionado

Producto		Cliente	
Botella de aceite (Ver tabla IV.5)		Área de etiquetado	
Materiales		Proveedores	
Botella (pet) de 1 litro, tapas roscadas y aceite vegetal o de soya comestible (Ver tablas IV.6 y IV.7)		Área de alimentación	
Actividades			
Mano de Obra	Equipos/Herr.	Infraestructura/espacio	Otros
3 operarios	Ver tabla IV.8	10 m ²	

Fuente: Industrias Diana C.A.

IV.5.2.1 Descripción del producto

El producto del área crítica es la botella (pet) de 1 litro llena de aceite, tapada y codificada en la parte lateral del envase, en sus presentaciones de aceite vegetal y de soya comestible. (Ver tabla IV.5)

Tabla IV.5. Descripción del producto

Producto	Características	Imagen
Aceite Vegetal Diana	Es una mezcla viscosa, de color amarillo debido a sus ingredientes y en una presentación de 1 litro.	
Aceite de Soya Diana	Es una mezcla viscosa, de color amarillo claro debido a sus ingredientes y en una presentación de 1 litro.	

Fuente: Industrias Diana C.A

IV.5.2.2 Cliente

Las botellas que salen del área de llenado son llevadas hacia el área de etiquetado, donde se adhiere la etiqueta de identificación al envase, ya sea aceite vegetal o de soya.

IV.5.2.3 Materiales



Tabla IV.6 Especificaciones de la botella pet de 1 lt

Peso (gr)	24,4 - 24,8
Diámetro externo (mm)	77,5 +/- 0,1
Altura (mm)	261 +/- 1
Resistencia a la compresión (K/f)	20

Fuente: Industrias Diana C.A.

Tabla IV.7 Especificaciones de la tapa roscada

Diámetro externo del tapón (mm)	22,70 +/- 0,2
Diámetro interno inferior (mm)	29,60 +/- 0,2
Peso (gr)	2,50 +/- 0,2
Altura (mm)	15,90 +/- 0,2

Fuente: Industrias Diana C.A.

- Mezcla de aceite vegetal o de soya

Según el tipo de producto, los ingredientes de la mezcla varían, siendo para el aceite vegetal: aceite de ajonjolí, maní, maíz, girasol, soya, algodón, oleína de palma y antioxidantes; para el caso del aceite de soya la mezcla está compuesta por: aceite de soya y antioxidantes.

En ambos casos la mezcla ha sido sometida a un proceso de refinación para eliminar la acidez, olores y sabores no deseables.



IV.5.2.4 Proveedor

Las botellas vienen del área de alimentación, donde 2 operarios colocan la camada de botellas en el pulmón para luego ser posicionadas antes de su entrada a la llenadora.

IV.5.2.5 Actividades

Luego de ser posicionadas las botellas pasan a través de una banda transportadora hacia la llenadora, accionada por un operario, la cual posee 33 boquillas que vierten el aceite en las botellas de forma simultánea. Inmediatamente a la salida de la máquina entran a la tapadora, donde son colocadas tapas roscadas que dejan hermético el contenido de la botella, las tapas son alimentadas directamente a través de una tolva por un operario. Una vez que salen de la tapadora las botellas son codificadas a su paso por la banda transportadora, utilizando una máquina de inyección de tinta que imprime en la superficie del envase información relacionada a fecha de producción del lote, fecha aproximada de vencimiento y precio máximo de venta al público. Por último un operario ubicado frente a la banda, verifica visualmente que las botellas no tengan derrames de aceite en la superficie y que estén bien tapadas, en caso contrario retira las botellas defectuosas de la línea para limpiar el exceso de aceite con un paño o en caso de mal tapado pasan nuevamente por la tapadora.

IV.5.2.6 Equipos y herramientas

Tabla IV.8. Descripción de Equipos y herramientas

Equipos	Características	Cant	Capacidad	Fotos
Llenadora	Marca Bertaud	1	20.000 bot/hr	
Tapadora	Marca Zalkin	1	20.000 bot/hr	

Fuente: Industrias Diana C.A

IV.5.2.7 Infraestructura/ Espacio

Es un espacio de 5 m de largo por 2 metros de ancho, en donde se encuentran ubicadas la llenadora, la tapadora, la máquina de codificado y por ultimo una mesa donde son colocadas las unidades a reprocesar, todo ello bordeado por una banda transportadora, que permite el paso de las botellas a través de la línea.

La iluminación del área es adecuada, ya que se trata de un área despejada y existe luz artificial de apoyo, además próximo a la zona está ubicado un ventilador que provee suficiente ventilación, generando una temperatura agradable para el trabajo. Finalmente, no existen ruidos de gran magnitud que pudieran ser perjudiciales para los trabajadores. La distribución del área se puede observar en la figura IV.3

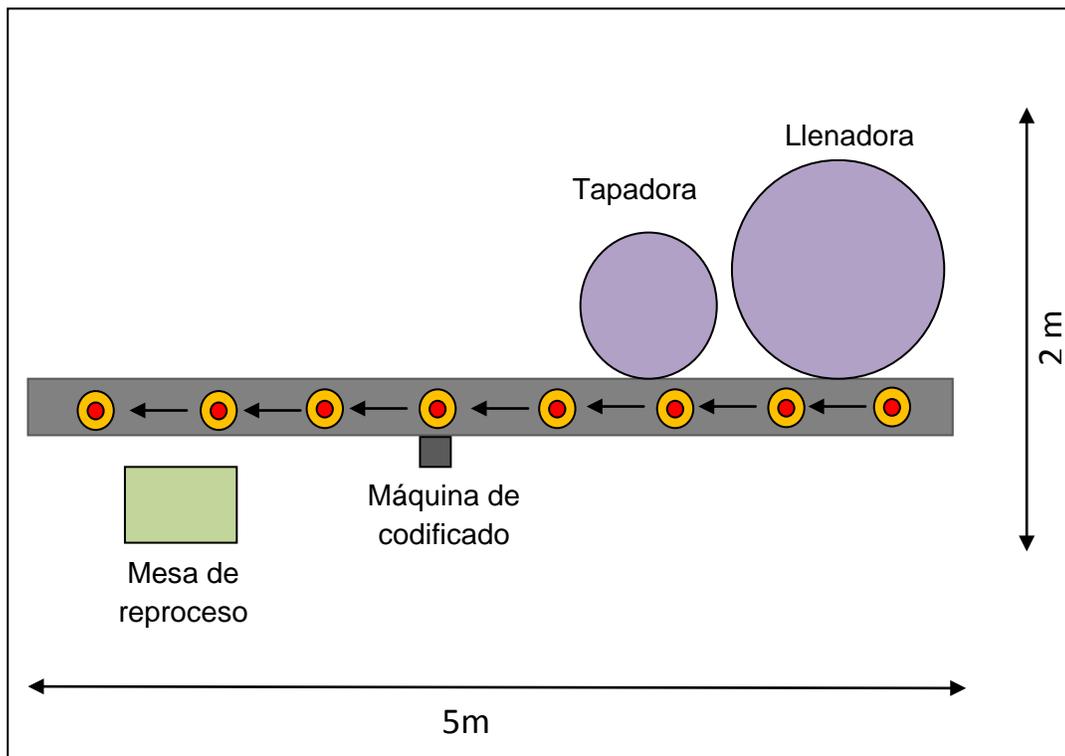


Figura IV.3 Dibujo ilustrativo sin escala del área crítica

IV.5.3 Alcance del estudio

El siguiente paso es revisar cuál es el alcance que se dará al estudio, el cual se determina a través del paso 3 del ESIDE (Tabla IV.9); con esto se establece la importancia de los elementos del subsistema seleccionado en sus indicadores de desempeño para centrar la atención del estudio crítico en aquellos de mayor impacto.



Tabla IV.9. Alcance del estudio

Elementos del Sistema	Indicadores de desempeño			Total
	% Scrap	Reprocesos	Condiciones disergonómicas	
Producto	2	1	0	3
Insumos	2	2	0	4
Actividades	2	2	3	7
Mano de Obra	1	3	2	6
Equipos	3	3	2	8
Espacio	0	0	0	0

Impacto: 3= Alto, 2= Regular, 1= Bajo, 0= Nulo

En la tabla IV.9 se clasifica el impacto de cada elemento del subsistema sobre los indicadores, correspondiendo un valor de 3 un impacto alto, un valor de 2 un impacto regular, un valor de 1 bajo y 0 alto. De la tabla se desprende que el elemento del sistema que tiene mayor impacto en la condición actual del subsistema crítico es el correspondiente a equipos, con una puntuación total de 8, seguido de las actividades y la mano de obra con 7 y 6 puntos respectivamente.

IV.5.4 Identificación de los desperdicios presentes

Para darle continuidad al estudio de la metodología ESIDE se procede a identificar los desperdicios o elementos que no agregan valor al producto o proceso del área crítica. Para ello se hace uso de una lista de chequeo de desperdicios comunes por cada elemento del sistema, seleccionando aquellos presentes en el área (Ver tabla IV.10).



Tabla IV.10 Desperdicios presentes en el área crítica.

Elemento	Desperdicio
Producto	✓ Producto defectuoso
Insumos	✓ Pérdidas por derrames
Equipos y herramientas	✓ Paradas no planificadas
Mano de obra	✓ Condiciones que provocan fatiga
Actividades	✓ Reprocesos

Fuente: Industrias Diana C.A

Producto defectuoso: Las botellas ocasionalmente salen del proceso mal tapadas.

Pérdidas por derrames: Las botellas salen de la llenadora con aceite en su superficie, producto del sistema de válvulas mal calibradas que ocasionan fugas de la mezcla.

Paradas no planificadas: Se producen por fallas mecánicas, eléctricas y/o de instrumentación en la llenadora, falta de aceite frío y falta de material.

Condiciones que provocan fatiga: Porque la repetitividad de la actividad de inspección requiere de la vigilancia minuciosa del producto en movimiento.

Reprocesos: Cuando se detecta una botella con derrame de aceite en la superficie el operador debe retirarla de la línea para limpiar con un paño el aceite derramado y luego reincorporarla al proceso.



IV.5.5 Cuantificación de los desperdicios

Los datos suministrados por la empresa permiten valorar los desperdicios identificados y evaluar su impacto en cuanto al desempeño del área crítica (Ver tabla IV.11).

Tabla IV.11 Cuantificación de los desperdicios del área crítica.

Desperdicio	Unidad	Cantidad
Producto defectuoso	u/mes	63.642,69
Pérdidas por derrames	Lts/mes	353.300
Paradas no planificadas	hr/mes	47,64
Condiciones que provocan fatiga	Cualitativo	Bajo
Reprocesos	u/mes	11.232

Una vez que se han identificado y cuantificado los desperdicios del área crítica es conveniente realizar un análisis más profundo de ellos de manera que permita conocer sus causas y a través de estas, una visión de lo que posiblemente podría contribuir a solucionar el problema.



Tabla IV.12 Análisis de los desperdicios del área crítica

Desperdicio	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Producto defectuoso	Por botellas mal tapadas.	Por fallas en la tapadora	Por falta de mantenimiento.	Porque trabajan sobre la avería.	Porque no existe planificación de rutinas de mantenimiento preventivo.
Pérdidas por derrames	Por botellas con derrame de aceite en su superficie.	Por mal funcionamiento de la llenadora.	Por falta de mantenimiento.	Porque trabajan sobre la avería.	Porque no existe planificación de rutinas de mantenimiento preventivo.
Paradas no planificadas	Por paradas en la llenadora.	Por fallas eléctricas, mecánicas y de instrumentación de la llenadora, así como también por falta de material.	-Por falta de mantenimiento. -Por falla en los proveedores.	-Porque trabajan sobre la avería. - Por fallas en la planificación de producción.	Porque no existe planificación de rutinas de mantenimiento preventivo. -Por fallas de adiestramiento del personal de planificación.
Condiciones que provocan fatiga	Porque la realización de las tareas exige un esfuerzo físico por parte del operario.	La inspección requiere de la vigilancia minuciosa del producto en movimiento.	Porque el operario es el encargado de realizar la inspección al 100% de forma visual.	Porque no existen métodos automatizados de inspección que faciliten la labor de inspección del operador.	
Ocesos	Porque ocurren actividades de reproceso realizadas por el operario.	Porque el operario debe retirar la botella de la línea para limpiar la superficie con un paño.	Porque se detectan botellas con derrame de aceite en la superficie.	Porque la llenadora presenta fugas de aceite.	Porque posee un sistema de válvulas mecánicas mal calibradas.

El análisis de los desperdicios estudiados en la tabla IV.12 permite conocer a fondo todas aquellas causas que originan los desperdicios del área crítica, ofreciendo la oportunidad de tomar acciones que mejoren las condiciones al corregir las situaciones que interfieren en el desarrollo eficiente de las operaciones.



IV.6 Método REBA

En la línea de aceite serac de 1 litro se han observado tareas que implican movimientos repetitivos y posturas disergonómicas en los puestos de trabajo de alimentación y paletizado, lo que conlleva a un estudio minucioso de estas tareas para conocer el grado de nocividad que tienen sobre los operarios que laboran en estos puestos, utilizando como herramienta básica de análisis el método REBA.

El REBA divide el cuerpo humano en diferentes zonas, para lo cual establece dos grandes grupos: El Grupo A, el cual involucra el tronco, el cuello y las piernas y el Grupo B, donde se involucra los brazos, antebrazos y muñecas.

Estas combinaciones se establecen en tablas que generan un índice en cada uno de los grupos y al cual se debe añadir un factor por Fuerza o Carga y otro factor por las características de la actividad que se realiza, estableciéndose así el índice de REBA (1-15) que indicará el nivel de acción (0-4) asociado a un nivel de riesgo (inapreciable-muy alto) con lo cual se llega a una sugerencia de acción.

IV.6.1 Evaluación de las posturas del área de alimentación

Inicialmente se evalúan las posturas del cuerpo para el área de alimentación, comenzando con el grupo A (tronco, cuello y piernas) de las tablas IV.13 a la IV.15.



Figura IV.4 Operarios realizando la alimentación de botellas

Tabla IV.13 Análisis de movimientos de tronco para el área de alimentación

Movimiento	Puntuación	Corrección
>60° de flexión	4	No aplica

Tabla IV.14 Análisis de movimientos de cuello para el área de alimentación

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° de flexión	1	No aplica

Tabla IV.15 Análisis de movimientos de piernas para el área de alimentación

Movimiento	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral	1	+1 por flexión de rodillas entre 30° y 60°

Para el grupo B se evalúan los movimientos disergonómicos mostrados en las tablas IV.16 a la IV.18

Tabla IV.16 Análisis de movimientos de brazos para el área de alimentación



Movimiento	Puntuación	Corrección
20° -45° de flexión	3	+1 por abducción

Tabla IV.17 Análisis de movimientos de antebrazos para el área de alimentación

Movimiento	Puntuación
<60° flexión >100° flexión	2

Tabla IV.18 Análisis de movimientos de muñecas para el área de alimentación

Movimiento	Puntuación	Corrección
>15° flexión	2	+1 por desviación lateral

Tabla IV.19 Puntuación del grupo A

Piernas		Cuello											
		1				2				3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Los valores obtenidos de los análisis de movimientos para tronco, cuello y piernas se interceptan en la tabla IV.19, resultando una puntuación de 5 puntos para el grupo A.



Tabla IV.20 Puntuación para Carga/Fuerza

0	+1	+2	+1
Inferior a 5 kg	5 – 10 kg	10 kg	Instauración rápida o brusca

A la puntuación del grupo A debe añadirse la de carga/fuerza, que en el caso de estudio corresponde a +1, ya que la carga alzada por los operarios está dentro del rango de 5 a 10 Kg, obteniéndose así una puntuación de 6. (Ver tabla IV.20)

Tabla IV.21 Puntuación del grupo B

Muñeca		Antebrazos					
		1			2		
		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	3	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

De igual manera se interceptan los valores correspondientes a brazos, antebrazos y muñecas en la tabla IV.21, obteniendo una calificación de 7 puntos para el grupo B.

Tabla IV.22 Puntuación para Agarre

0 Bueno	+1 Regular	+2 Malo	+3 Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.



A la calificación de la tabla IV.21 se le añade la de agarre, correspondiente a +1 que representa un agarre aceptable, resultando así una puntuación de 8 (Ver tabla IV.22).

Tabla IV.23 Puntuación de riesgo y acción

Puntuación B													
Puntuación A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Actividad	+1: Uno o más partes del cuerpo estáticas; por ej. aguantadas más de 1 min.												
	+1: Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/min.												
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.												

Tabla IV.24 Niveles de riesgo y acción

Niveles de acción	Puntuación	Niveles de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Para el área de alimentación se refleja un nivel de riesgo alto con una puntuación de 9 (Ver tabla IV.24), presentando la necesidad de actuar pronto sobre los métodos de trabajo utilizados por los operarios del área, en esta condición pudiera reducirse el riesgo incorporando un equipo que facilite la operación de alimentación de botellas al pulmón, bien sea totalmente automático o que necesite de la intervención del operario, pero reduciendo el riesgo de sufrir lesiones músculo esqueléticas.

IV.6.2 Evaluación de posturas del área de paletizado

De las tablas IV.25 a IV.27 se evalúan los movimientos disergonómicos para el área de paletización del Grupo A



Figura IV. 5 Operario realizando la paletización.

Tabla IV.25 Análisis de movimientos de tronco para el área de paletización

Movimiento	Puntuación	Corrección
>60° de flexión	4	+1 por torsión

Tabla IV.26 Análisis de movimientos de cuello para el área de paletización



Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° de flexión	1	+1 por torsión

Tabla IV.27 Análisis de movimientos de piernas para el área de paletización

Movimiento	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral	1	+1

Para el grupo B se evalúan los movimientos disergonómicos mostrados en las tablas IV.28 a la IV.30

Tabla IV.28 Análisis de movimientos de brazos para el área de paletización

Movimiento	Puntuación	Corrección
20° -45° de flexión	3	+1 por abducción

Tabla IV.29 Análisis de movimientos de antebrazos para el área de paletización

Movimiento	Puntuación
60°- 100°	1

Tabla IV.30 Análisis de movimientos de muñecas para el área de paletización

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°- 15°	1	+1 por desviación lateral

Tabla IV.31 Puntuación del grupo A



Piernas		Cuello											
		1				2				3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Con las puntuaciones resultantes del grupo A correspondiente a tronco, cuello y piernas se obtiene de la tabla IV.31 un dato que estará comprendido entre 1 y 9; reflejando un valor de 6 puntos.

Tabla IV.32 Puntuación para Carga/Fuerza

0	1	2	+1
Inferior a 5 kg	5 – 10 kg	10 kg	Instauración rápida o brusca

Al valor de la tabla IV.31 se debe añadir la puntuación obtenida por carga fuerza de la tabla IV.32; con un resultado de 8 puntos.

Tabla IV.33 Puntuación del grupo B

Muñeca		Antebrazos					
		1			2		
		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	3	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

De las puntuaciones obtenidas del grupo B correspondiente a brazos, antebrazos y muñecas resulta el valor de la tabla IV.33 que puede estar comprendido entre 1 y 9, obteniendo un valor de 5 puntos.

Tabla IV.34 Puntuación para Agarre



0 Bueno	+1 Regular	+2 Malo	+3 Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

Al valor de la tabla IV.33 debe añadirse la puntuación de agarre de la tabla IV.34, con valores de 0 a 3 según sea el caso, resultando un valor final de 6 puntos.

Tabla IV.35 Puntuación de riesgo y acción para la paletización

Puntuación B														
Puntuación A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11	
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Actividad	+1: Uno o más partes del cuerpo estáticas; por ej. aguantadas más de 1 min.													
	+1: Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/min.													
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.													

Para obtener el nivel de riesgo y acción de la actividad se interceptan los valores finales del grupo A y del grupo B en la tabla IV.35, a este valor se le añade un punto por movimientos repetitivos, ya que en el caso particular de estudio los movimientos se repiten más de 4 veces por minuto, resultando una puntuación de 11.

Niveles de	Puntuación	Niveles de	Intervención y
------------	------------	------------	----------------



acción		riesgo	posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Tabla IV.36 Niveles de riesgo y acción

A una puntuación de 11 le corresponde un nivel de acción de 4 puntos, que representa un nivel de riesgo muy alto y requiere con respecto a intervención una acción inmediata de mejora al puesto de trabajo.

En relación a esta condición se puede facilitar la operación de paletizado con la aplicación de un dispositivo que le permita al operario organizar las cajas en la paleta sin necesidad de flexionar el tronco, con lo cual se vería reducido en gran medida el nivel de riesgo de la actividad.



CAPÍTULO V

Propuestas de mejora y Evaluación técnico- económica de las propuestas



V.1 Propuestas de Mejora

Luego de un análisis minucioso de las causas que originan los desperdicios identificados en la línea de aceite serac de 1 litro se ha estimado conveniente diseñar y adquirir máquinas, equipos y dispositivos que contribuyan a disminuir el impacto de estos desperdicios, dando paso a la posibilidad de incrementar los niveles de producción actuales de la línea.

En este orden de ideas es importante conocer la factibilidad técnico- económica de las propuestas a fin de orientar a la empresa en la toma de decisiones acerca de implementarlas o no basándose en la inversión requerida de materiales, mano de obra y tiempo de puesta en marcha en contraposición a los beneficios que se obtendrían de su ejecución.

V.1.1 Reemplazo del sistema de válvulas de la llenadora

Se propone que el sistema mecánico de válvulas sea reemplazado por un sistema de sensores automáticos que reaccionen de manera inmediata a la presencia de la botella cuando ésta se sitúe bajo la boquilla dispensadora de aceite de la máquina, con el objetivo de disminuir los niveles de aceite derramado ante la respuesta lenta del sistema mecánico de válvulas actual.

Para la ejecución de la propuesta es necesaria la contratación de un (1) Ingeniero electricista especialista en instrumentación y control con nivel profesional tipo P3 (experiencia entre 5 a 6 años en el área), para el desarrollo y puesta en marcha de la idea.

Fundamentalmente la propuesta está orientada a incorporar sistemas basados en PLC, por sus siglas en ingles: Programmable Logic Controller (controlador lógico programable), los cuales son dispositivos electrónicos usados generalmente en la



automatización industrial, son diseñados para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Existe una variedad de tipos de PLC, los cuales tienen diferentes propiedades que ayudan a facilitar las tareas específicas para las cuales se diseñan.

Para que un PLC logre cumplir con su función de control o mando, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quieren secuenciar. Esta información es recibida por captadores, que gracias al programa lógico interno, logran implementarla a través de los accionadores de la instalación.

En la figura V.1 se muestra la información base a manejar para la programación del sistema de válvulas de la llenadora donde las variables a controlar serán aquellas relacionadas al nivel de llenado y el flujo de aceite manejado en cada jornada de trabajo. El sistema funciona de la siguiente manera: los dispositivos de medida o sensores confirman la presencia de la botella, información que será procesada por el PLC, para luego enviar una señal al actuador, en este caso la electroválvula de llenado, que representa la variable manipulada.

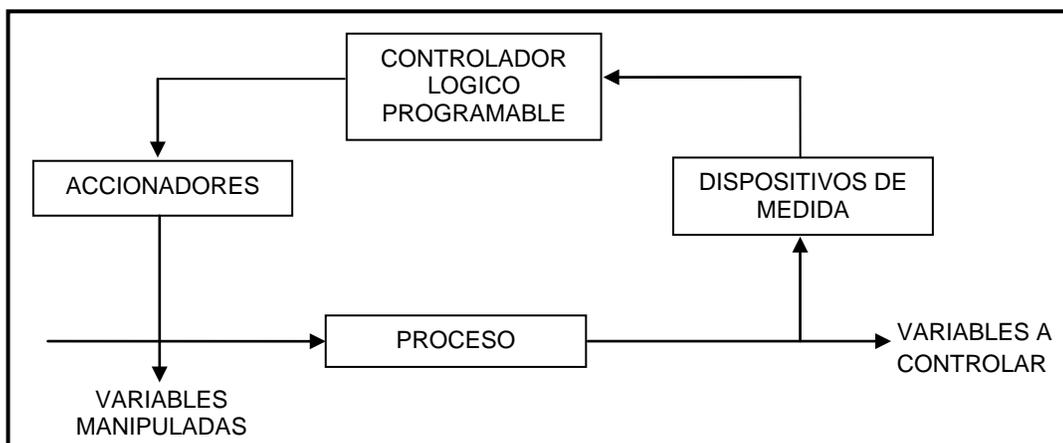


Figura V.1 Diagrama de control de sistemas automatizados

Gracias a la implementación de sistemas PLC la velocidad de respuesta del sistema de válvulas y sincronización con el movimiento de la llenadora estará



ajustada al flujo de botellas que entran a la máquina, reduciendo de esta manera desperdicios de aceite y en consecuencia desperdicios de botellas con derrames de aceite en alrededor de un 98%, por la precisión con la que cuentan estos sistemas.

Se plantea que el ingeniero realice un informe técnico especificando detalles del diagnóstico relacionado al sistema de válvulas de la llenadora y las acciones que la gerencia deberá tomar a corto plazo para hacer los correctivos necesarios para el funcionamiento óptimo y eficiente de la máquina.

El costo de contratar un ingeniero del nivel profesional mencionado anteriormente es 8.148,15 Bs, equivalente al salario mínimo al mes basado en el Colegio De Ingenieros De Venezuela (Ver Tabla V.1), este pago se realizará independientemente de las horas que el ingeniero dedique al diagnóstico, siempre que no supere el mes.

Tabla V.1 Honorarios Profesionales Mínimos (Mensual)

Años de Exp	Nivel Profesional	Factor Experiencia	A. - Sueldo Mínimo	B.- VSP Mínimo	C.- THM
5 A 6	P3	2.00	8,148.15	29,920.00	199.47

Fuente: Colegio De Ingenieros De Venezuela

La Columna "A" requiere aplicar prestaciones sociales.

Columna "B" y "C" para Contratos de Honorarios y considera todos los costos mínimos.

VSP Mínimo = Sueldo Mínimo X FCAS x FCI x FE x FOP x FEsc.

Donde: el Sueldo Mínimo es la columna "A", FCAS, FCI, FE serán como mínimo, los establecidos por el Colegio de Ingenieros.



FCAS: Factor de Costos Asociados al Sueldo **FCAS=1.70**

FCI: Factor de Costos Indirectos **FCI=1.80**

FE: Factor de Estipendio- Contingencia (Utilidad) **FE=1.20**

FOP: Factor de Ocupación **FOP= 1.00**

FEsc: Factor de Escalación **FEsc=1.00**

F: Factor Global de Costos **F=3.6720000**

NHNM: Número de Horas Netas Mensuales **NHNM=150.00**

THM: Tarifa Horaria Mínima de acuerdo al nivel profesional

V.1.2 Adquisición de un equipo de alimentación de botellas

Se propone adquirir un equipo de alimentación automatizado que permita reducir desperdicios por botellas abolladas provocadas por la manipulación excesiva e inadecuada por parte de los operadores de alimentación. El equipo propuesto puede ser adquirido en la empresa NORTHCO, asociada a *Packing Industry Equipment Inc.* Contacto: www.northco.com.ve. Teléfono: 0212-2618467, Fax: 0212-2659229, Caracas, Venezuela. Se trata de un alimentador de botellas pet modelo M800 HS de alta velocidad y que requiere un solo operador, eliminando tres personas del área de alimentación que podrán ser reubicadas en otras operaciones de la línea o de la empresa (Ver figura V.2 y Tabla V.2).

Características:

- Diseño resistente con construcción en acero inoxidable
- No requiere consumo de aire comprimido
- Versatilidad en el manejo de múltiples formatos y tamaños de botellas con la misma máquina.
- Diseño compacto



- Fácil acceso con vista interna del equipo
- Acceso a nivel de piso
- Cambios de formato rápidos, realizados sin herramientas en menos de 10 minutos.

En la figura V.2 se aprecian los componentes del equipo:

1. Tolva de acero inoxidable
2. Disco centrífugo
3. Controles de la máquina
4. Separador de descarga
5. Mecanismo de gancho
6. Unidad de colocación vertical
7. Salida de la máquina



Figura V.2 Alimentador de botellas modelo M800 HS

Tabla V.2 Especificaciones Técnicas del alimentador de botellas

Capacidad	450 botellas por minuto
Voltaje	220 V
Hertz	60 HZ
Fases	1

En resumen, los beneficios que se obtienen con la adquisición del equipo son principalmente la reducción de botellas abolladas, mejor utilización del personal y eliminación de condiciones disergonómicas presentes en el área de alimentación, debido a que el operador no requiere ejecutar movimientos de quinto orden, sino únicamente accionar el equipo y cerciorarse de su correcto funcionamiento durante la operación.



El costo asociado a la adquisición de la máquina, según datos suministrados por la empresa proveedora es de 480.160 Bs.

V.1.3 Adquirir elevador de paletas

Al aplicar el método REBA al puesto de trabajo de paletización se evidenció que tiene un nivel de riesgo muy alto y que requiere atención inmediata para mejorar esta condición. Se propone la implementación de un elevador de paletas o transpaletas que permita al operario graduar su altura a medida que realiza la paletización.

Los requerimientos de Industrias Diana C.A para este dispositivo son en cuanto a capacidad de carga 1 tonelada métrica y altura de elevación 0,8 m, ajustados a las dimensiones de la paleta que utiliza la empresa, a saber 1m de largo, 1,2 m de ancho y 0,14 m de altura, de doble cara y dos vías.

El dispositivo propuesto consiste en un elevador eléctrico marca HERCULES modelo EHLT1000-D en acero inoxidable (Ver figura V.3), con especificaciones técnicas que se detallan en la tabla V.3. El mismo puede ser adquirido en la empresa ENTEC, contacto www.entec.com.ve, Telefono: 0243-2451924, Fax: 0243-2471277, email: ventas@entec.com.ve, Maracay, Venezuela.



Figura V.3 Elevador de paletas eléctrico

Tabla V.3 Especificaciones técnicas del elevador de paletas eléctrico

Modelo	EHLT1000-D
Capacidad de carga (Kg)	1000
Mínima altura (m)	0,085
Altura levantada (m)	0,8
Longitud de horquillas (m)	1,14
Tiempo de subida (seg)	20
Peso neto (Kg)	100

Fuente: ENTEC

Con la adquisición del elevador de paletas el operario ya no tendrá que flexionar el tronco de forma repetitiva para realizar el paletizado, ahora solo necesitará accionar el dispositivo ajustando la altura de la carga a un nivel que no le exija adoptar posturas disergonómicas y que representen luego un riesgo de sufrir lesiones musculo esqueléticas.

La inversión para la adquisición del equipo es de 6.890 BsF, según datos suministrados por la empresa proveedora, basados en precios de control de cambio actual.



V.1.4 Adquirir un sistema de inspección de etiquetas

Se propone un dispositivo que detecte etiquetas torcidas, rasgadas, parcialmente despegadas, ausentes y/o dobles al pasar por el tercer punto de inspección y alerte por medio de la emisión de luz o sonido a los operarios de la existencia de estas botellas para que se dirijan al punto donde ocurra el alerta y así poder corregir el error. Con esto no se requerirá de la permanencia constante del operario del tercer punto de inspección, pudiendo atender otras actividades de la línea y evitarle la fatiga que le provoca la vigilancia minuciosa y permanente de las botellas.

Se propone la adquisición de un equipo de inspección de montaje sobre la línea como el que se muestra en la figura V.4 con especificaciones detalladas en la tabla V.4.



Figura V.4 Equipo para inspección de etiquetas



Tabla V.4 Especificaciones de equipo para inspección de etiqueta

Velocidades de inspección	2.000 ppm
Número de cámaras	2 a 6 cámaras (en función de la inspección y el producto)
Interfaz de usuario	Pantalla táctil de 17"
Alimentación eléctrica	110/220 V CA monofásica, 10 o 15 A
Requisitos de aire	80 psi
Tipo de iluminación empleada	LED, fluorescente, IR o UV (en función del producto)
Seguimiento del producto	Seguimiento basado en PLC y encoder
Controles ambientales	Ventilador o aire acondicionado
Mecanismos de rechazo	Posibilidad de dispositivos de rechazo sensibles a los productos
Dimensiones	30,5 cm de ancho x 76,2 cm de profundidad x 152,4 cm de alto.

Fuente: METTLER TOLEDO CI-Vision

Este sistema de inspección podrá obtenerse a través de METTLER TOLEDO CI-Vision. Contactos: teléfonos: (+34) 902 320 023, fax: (+34) 902 320 024, email: mtemkt@mt.com, Barcelona - España

Son cada vez más las organizaciones que están incorporando a sus procesos de producción tecnologías que les permitan incrementar la productividad y el nivel de servicio a sus clientes, es por ello que representa una ventaja adquirir este dispositivo puesto que se garantizara que los productos siempre se ajusten a las especificaciones establecidas cuando se entreguen a sus clientes.

El equipo de inspección de etiquetas de METTLER TOLEDO CI-Vision es un completo sistema de inspección de envases de alta velocidad en línea, que



garantiza una presentación óptima de los productos, además da la oportunidad de convertir un proceso técnicamente complejo en una tarea sencilla para el operario.

El costo de implementar esta propuesta es de 220.000 Bs, ajustado a la conversión de la moneda.

V.1.5 Rutinas de mantenimiento preventivo

Existen persistentes fallas en las máquinas y equipos de la línea de llenado de un litro que ocasionan paradas a la línea, las cuales reducen el rendimiento debido en gran parte a que actualmente en Industrias Diana C.A se realizan mantenimientos sobre la avería, representando un daño mayor a los equipos. Así mismo los operarios no están bien informados acerca del funcionamiento y estructura interna de las máquinas que operan aunado a que no existe un registro disponible acerca de sus características, lo cual crea una barrera entre el operario y las máquinas o equipos.

Según registros de la empresa se incurre en una pérdida de tiempo efectivo de 19.41 horas al mes (ver tabla V.5), de las cuales el 80% está distribuido entre paradas de la máquina etiquetadora, llenadora y la tapadora con 33%, 26%, y 23% respectivamente, como se muestra en la figura V.5.

Tabla V.5 Análisis de paradas al mes por fallas mecánicas

Máquina	Tiempo de parada (hr/mes)	Tiempo de parada acumulado(hr/mes)	Porcentaje de parada	Porcentaje de parada acumulado
Etiquetadora	6.32	6.32	0.33	0.33
Llenadora	5.00	11.32	0.26	0.58
Tapadora	4.49	15.81	0.23	0.81
Formadora de cajas	1.85	17.66	0.10	0.91
Encajadora	1.12	18.78	0.06	0.97
Cerradora	0.63	19.41	0.03	1.00

Fuente: Industrias Diana

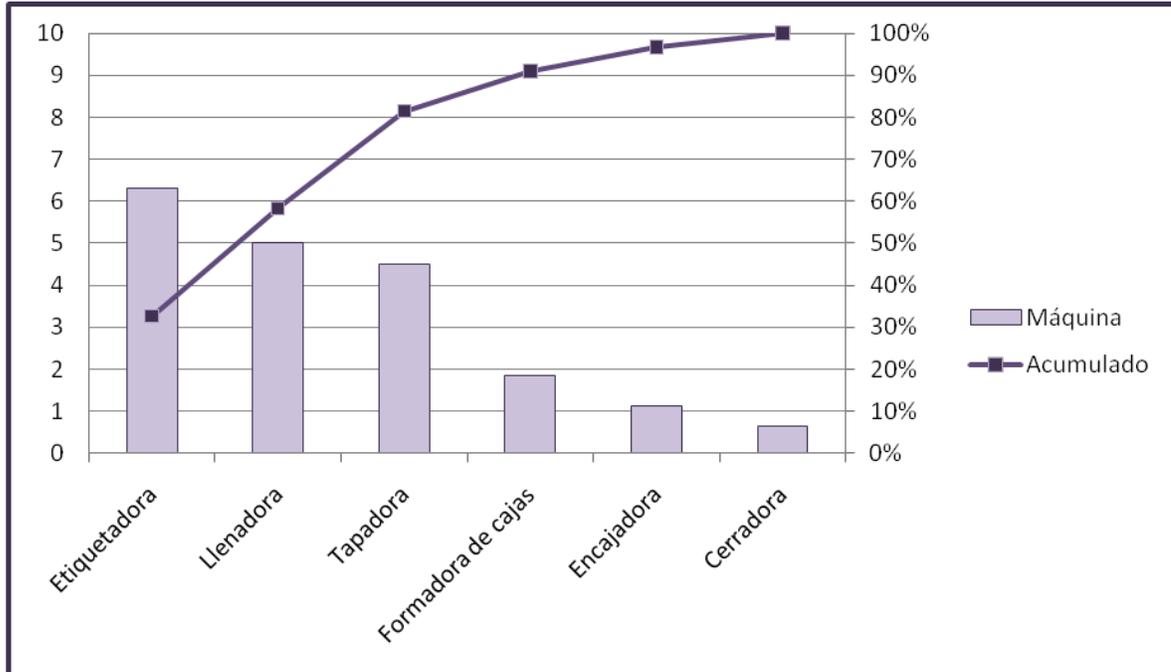


Figura V.5 Análisis de paradas por fallas mecánicas

¿Qué acciones debe tomar la gerencia para promover actividades de mantenimiento preventivo?

Se propone realizar una jornada de adiestramiento para capacitar a los operarios acerca de cómo es el funcionamiento interno de las máquinas y proporcionarles información de ubicación de partes y piezas, a fin de hacer conocer al operador cuáles son sus limitaciones acerca de las tareas de mantenimiento que puede o no realizar, ya que él es quien tiene un vínculo directo con la máquina. La gerencia debe ser la principal impulsora de la implementación de la filosofía del mantenimiento preventivo como una cultura de la organización, orientada a que los operadores cambien su visión hacia los equipos que manejan, donde el departamento de mantenimiento sea el encargado de hacer seguimiento y control a las actividades que la gerencia promueva.



La jornada de adiestramiento debe contener en un comienzo una introducción a la filosofía de Mantenimiento Productivo Total (TPM) y los beneficios que generaría a la empresa su implementación, esto recordando la resistencia al cambio propia del ser humano, por lo que los operarios deben conocer la importancia de esta filosofía para que sientan que forman parte esencial del proceso, es decir, el que los operadores apliquen el TPM dependerá directamente de la comprensión que estos tengan acerca del impacto que tiene el mantenimiento de las máquinas sobre la calidad del producto terminado.

Se propone que la jornada de adiestramiento tenga la estructura que se enlista a continuación, sin embargo la organización puede hacer los cambios que considere necesarios a la propuesta de acuerdo a la realidad que se maneje con respecto a operarios, disponibilidad de recursos y por los cambios que puedan surgir en el proceso.

1. Introducción a la filosofía de Mantenimiento Productivo Total (Nociones básicas)
 - ¿Qué es el Mantenimiento Productivo Total (TPM)?
 - ¿Cuáles son los pilares del TPM?
 - Beneficios de la aplicación del TPM
2. Actividades que debe realizar el operario para el mantenimiento autónomo (Ver Figura V.6)

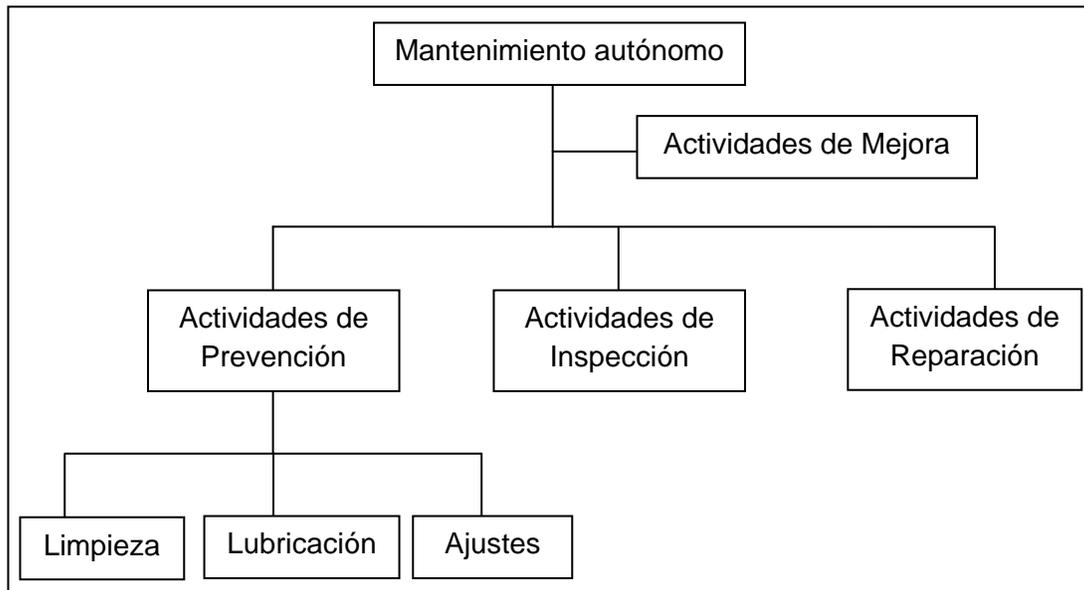


Figura V.6 Diagrama de las actividades de mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo tiene como principio básico que el mantenimiento sea realizado directamente por el operador de la máquina, el mismo brinda la oportunidad de medir, prevenir y atacar el deterioro de las máquinas. Se mide el deterioro cuando el operador realiza inspecciones diarias y periódicas haciendo un seguimiento a este, es importante que el operador que se adiestre bajo el principio de mantenimiento autónomo realice actividades de limpieza, lubricación y ajustes oportunos a fin de prevenir posibles averías considerando reparaciones menores en caso de presentarse fallas. Estas actividades deben formar parte de la cotidianidad de la jornada de trabajo con el propósito de mantener la operatividad constante de las máquinas (Ver Figura V.6).

Para dar curso a las rutinas de mantenimiento es necesario que primero se elabore una ficha técnica que contenga información relacionada a códigos de equipos, lista de partes y piezas, características técnicas, marca, modelo y datos de ubicación que faciliten la tarea de reconocimiento de los equipos a los cuales se les aplicará el programa de mantenimiento preventivo.



Una propuesta de ficha técnica con las características mencionadas anteriormente se muestra en las figuras V.7 a la V.9.

Adicionalmente se considera fundamental retomar el levantamiento de información acerca de las fallas presentadas por los equipos, la cual se perdió de archivos electrónicos de la empresa, lo que ha dificultado que se realicen diagnósticos oportunos acerca de averías de las máquinas. Este registro tiene como objetivo base planificar el mantenimiento preventivo basado en las necesidades de cada una de las máquinas que posea la línea de producción. La información que debe contener la hoja de registro de fallas es: tipo, marca y código de la máquina, fecha, tipo de falla presentada, repuestos usados en la reparación, tiempo invertido, trabajo realizado, responsable de la reparación, además de observaciones que se consideren pertinentes (Ver figura V.10).

Luego de establecer la información en la ficha técnica y la hoja de registro es necesario definir las actividades concretas que realizará el operario, a saber:

- 1. El operador debe limpiar y revisar su equipo:** la limpieza de los equipos deja al descubierto cualquier anomalía que presenten, por eso es recomendable que se haga diariamente para reportar y atacar oportunamente las fallas.
- 2. Eliminar las fuentes de contaminación:** Al identificar las fuentes de contaminación el operario podrá trabajar en la raíz del problema y dar una solución definitiva a la causa del problema, teniendo como beneficio adicional la reducción del tiempo invertido en la limpieza.
- 3. Lubricar los componentes y establecer estándares para su limpieza y lubricación:** El departamento de mantenimiento deberá establecer provisionalmente las actividades de mantenimiento preventivo para cada una de las máquinas presentes en la línea, y de ser posible, incorporar a los operadores en su definición, especificando:



- ¿Qué se debe hacer?
- ¿Dónde se debe hacer?
- ¿Por qué se debe hacer?
- ¿Cómo se debe hacer?
- ¿Cuándo y en cuanto tiempo?

Adicionalmente se debe decidir qué partes de los equipos necesitan limpieza diaria, cómo inspeccionar el equipo, cómo identificar anomalías, entre otros aspectos. Con esto se ayuda a los operarios a realizar las tareas de limpieza con mayor confianza y habilidad.

4. Capacitar al operador para la inspección general de los equipos: Los operarios deben ser entrenados acerca de las características comunes de los diferentes equipos, así como de las características individuales de cada uno; esto incluye la comprensión de la tecnología básica presente. Para llevarlo a cabo, se debe realizar un entrenamiento básico a los operadores, que incluya un componente práctico para aplicar lo aprendido, promoviendo el control visual.

5. Realizar inspecciones generales a los procesos de manera regular: Este paso plantea dos objetivos básicos, el primero está referido a la actualización de estándares establecidos en los pasos 3 y 4 a fin de que se cumplan los tiempos definidos para la realización de las actividades y de esta forma mantenerlas ajustadas a la programación del departamento de mantenimiento en el corto plazo. El segundo objetivo persigue el conocimiento total del proceso, es decir, cómo funciona, de forma que sea posible mejorar la calidad del producto.

6. Establecer organización y orden del lugar de trabajo: La empresa debe facilitar los medios para lograr espacios laborales seguros y confortables, pero también es de los empleados la responsabilidad de crear hábitos que promuevan un ambiente de trabajo de apariencia óptima que haga posible



obtener al mismo tiempo, satisfacción personal y productos o servicios de excelente calidad para los clientes.

7. Realice actividades de optimización actualizadas: Se debe gestionar de manera integrada el mantenimiento autónomo y los demás aspectos del TPM, con la finalidad de incorporar nuevas técnicas que conlleven a la mejora continua.

El departamento de mantenimiento debe unir esfuerzos con los operarios de la línea, al trabajar como un equipo y no como componentes aislados, con el fin de alcanzar el objetivo común que es la operatividad plena de sus equipos, poniendo en práctica los principios de mantenimiento productivo total.



		FICHA TECNICA ETIQUETADORA				
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	FECHA:	VERSIÓN: 2011	PÁGINA: 1/2	
FUNCION DEL EQUIPO: La máquina etiquetadora consta de un tanque que suministra pegamento a través de tuberías a una esponja, la cual impregna pega a la etiqueta de identificación del producto y lo adhiere al envase con un brazo auxiliar. La máquina cuenta con un carrusel posicionador para 16 botellas.						
MARCA: LANGGUTH			CODIGO FUNCIONAL: SLL001			
MODELO: 290002 1 LITRO			CODIGO SAP:			
SERIAL: 314023			CATEGORIA :			
FECHA DE FABRICACION			FABRICANTE:			
FECHA DE PUESTA EN MARCHA:						
CARACTERISTICAS TECNICAS						
Potencia:	Peso: 1850 Kg		Ancho de la etiqueta: 125 +/- 1 mm			
RPM:	Conexión de aire comprimido: 8 bar		Largo de la etiqueta: 76 +/- 1 mm			
Voltaje: 220 v	Carga eléctrica conectada: 8kw		Materiales: Metal, plástico, vidrio			
Amperaje:	Diámetro del contenedor: 56-110mm					
Frecuencia: 60 Hz	Capacidad: 20.000 bot/hr					
LISTA DE PARTES Y PIEZAS						
NOMBRE		CODIGO		CANTIDAD		
Bocina central de la leva						
Campana central						
Rodamiento del rodillo engomado						
Guías del almacenado de etiquetas						
Polea del motor						
Cabezal central del contenedor		BL-B15-00/B				
Escobillas y esponjas		B1-9D				
Disco de goma en plataforma de botella		BL-13-15G-00				
Rodillo y correa		BL-25-15-07				
Banda transportadora						
Uñas del sujetador de etiquetas		BL-6-15-09				
Caja reductora y Caja de engranajes						
			FOTO DE LA UBICACIÓN			

Figura V.7 Ficha técnica de la maquina etiquetadora



		FICHA TECNICA LLENADORA				
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	FECHA:	VERSIÓN: 2011	PÁGINA: 1/1	
FUNCION DEL EQUIPO: La máquina llenadora, la cual cuenta con 33 boquillas dispensan el aceite por acción automática de válvulas mecánicas a las botellas pet de 1litro.						
MARCA:			CODIGO FUNCIONAL: SLL002			
MODELO:			CODIGO SAP:			
SERIAL:			CATEGORIA :			
FECHA DE FABRICACION			FABRICANTE:			
FECHA DE PUESTA EN MARCHA:						
CARACTERISTICAS TECNICAS						
Potencia: 6,6 Kw	Peso de la llenadora: 2200 Kg		Peso de la botella: 24,4 - 24,8 mm			
RPM:			Diámetro externo: 27,5 +/- 0,1 mm			
Voltaje: 220 v	Materiales: Metal		Altura : 261 +/- 1			
Amperaje: 30 A			Resistencia a la compresión: 20 K/f			
Frecuencia: 60 Hz	Capacidad: 20.000 bot/hr					
LISTA DE PARTES Y PIEZAS						
NOMBRE		CODIGO		CANTIDAD		
			FOTO DE LA UBICACIÓN			

Figura V.8 Ficha técnica de la maquina llenadora



		FICHA TECNICA TAPADORA				
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	FECHA:	VERSIÓN: 2011	PÁGINA: 1/1	
FUNCION DEL EQUIPO: A través de 11 dispensadores de tapas, coloca tapas roscadas a los envases pet inmediatamente a la salida de la llenadora.						
MARCA: ZALKIN			CODIGO FUNCIONAL: SLL002			
MODELO:			CODIGO SAP:			
SERIAL:			CATEGORIA :			
FECHA DE FABRICACION			FABRICANTE: ZALKIN			
FECHA DE PUESTA EN MARCHA:						
CARACTERISTICAS TECNICAS						
Potencia: 5,5 Kw	Peso de la llenadora: 550 Kg	Diámetro externo del tapón: 22,7 mm				
RPM:		Diámetro Externo inferior: 29,6 mm				
Voltaje: 220 v		Peso: 2,5 gr				
Amperaje: 25 A	Materiales: Metal	Altura del precinto: 10,25 mm				
Frecuencia: 60 Hz	Capacidad: 20.000 bot/hr	Altura total: 15,90 mm				
LISTA DE PARTES Y PIEZAS						
NOMBRE	CODIGO	CANTIDAD				
		FOTO DE LA UBICACIÓN				

Figura V.9 Ficha técnica de la maquina tapadora.



V.1.6 Frenos - guías para la banda transportadora

Se observa que las botellas no se mantienen en posición vertical para entrar a la llenadora y al caerse generan una obstrucción que impide el flujo continuo a la entrada de la máquina, por lo que se hace necesario detener la llenadora.

Para dar solución a esto se proponen frenos - guías que ejerzan una ligera presión en los bordes de la botella y la mantengan en posición vertical. Los frenos – guías están diseñados con material de caucho, constan de una base que va sujeta a las barandas laterales de la banda transportadora, la dureza del caucho permite el avance de la botella sin obstaculizar su paso a lo largo de la banda y de esta manera evita que caigan antes de entrar a la máquina llenadora. La propuesta está basada en que se implemente el sistema de frenos-guías desde la salida del pulmón de alimentación hasta la entrada a la máquina llenadora, abarcando una longitud de 2,82 m.

Gleason C.A, es una empresa especializada en la ingeniería y en el área de manejo y almacenamiento de materiales, traduciendo el diseño de sus clientes en respuestas concretas a sus requerimientos, es por esto que se selecciona como la empresa capaz de materializar la propuesta hecha por la autoras que se muestra en las figuras V.11, V.12 y V.13. La empresa puede ser contactada a través de su página web www.gleason.com.ve o a teléfono: 0244-3958589, Fax: 0244-4474424, email: gleasoncia@cantv.net. Cagua - Venezuela.

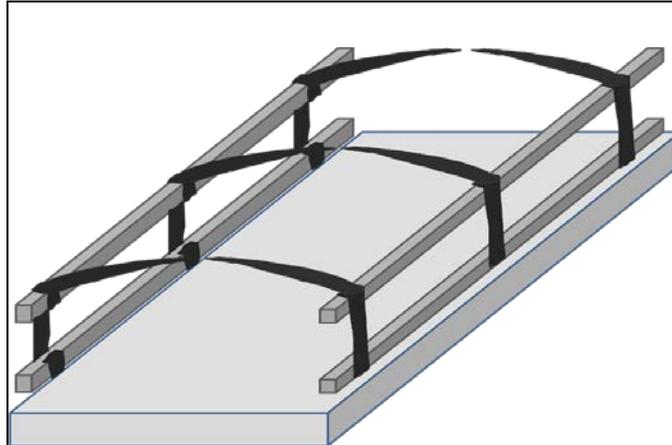


Figura V.11 Diseño de Frenos-Guías para banda transportadora

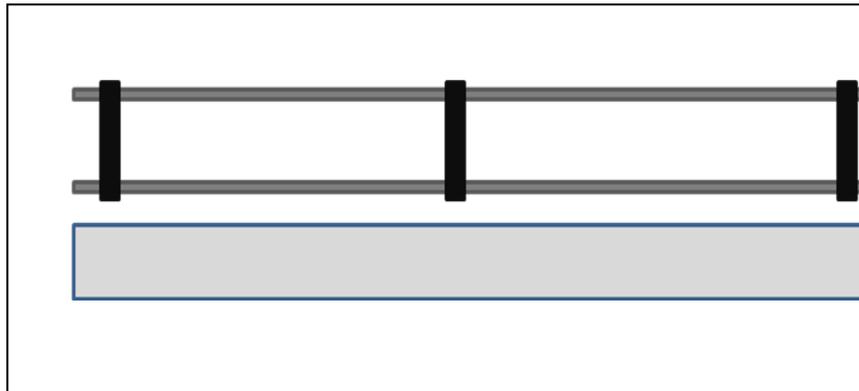


Figura V.12 Vista frontal de la banda con el sistema de frenos- guías

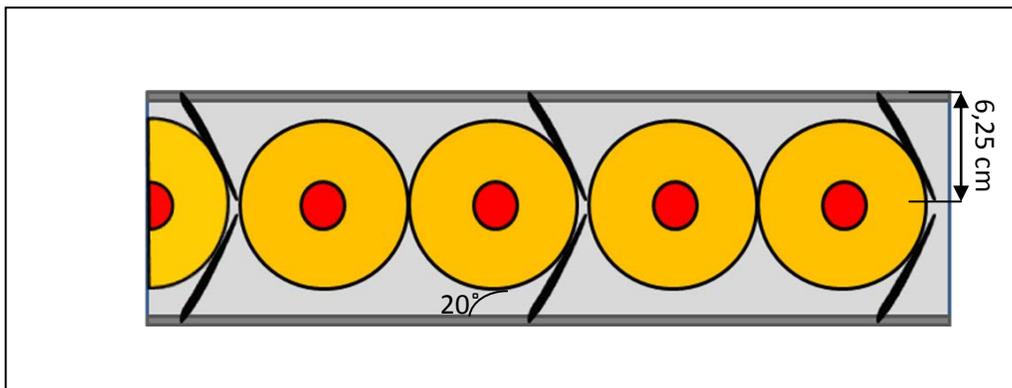


Figura V.13 Vista de planta de la banda con el sistema de frenos-guías



El costo asociado a la implementación de la propuesta se visualiza en la tabla V.6, que representa lo que tendría que invertir Industrias Diana C.A para poner en marcha el diseño planteado.

Tabla V.6 Costos de fabricación e instalación de frenos – guías

Costo de Fabricación	
Materiales	2260 Bs
Mano de Obra	2500 Bs
Costo de Instalación	
Transporte	300 Bs
Viático (3 personas)	500 Bs
Materiales y herramientas	900 Bs
Total	6460 Bs

Fuente: Gleason C.A.

La implementación de esta propuesta en conjunto con la adquisición de la máquina alimentadora reduce en un 50% los desperdicios por botellas abolladas, dada la fracción defectuosa de la alimentadora de 2%, mejorando significativamente el manejo de las botellas desde que se inician en el proceso hasta su entrada a la máquina llenadora.

V.2 Evaluación económica de las propuestas de mejora

Para la determinación de la rentabilidad se utiliza el modelo del beneficio total, en el cual se relacionan los recursos monetarios utilizados (costos) y las cantidades de dinero generadas (ingresos), con el objeto de cuantificar los potenciales beneficios o las pérdidas.

Con la implementación de las propuestas de mejora en industrias Diana C.A. la producción se incrementaría en 123.666,552 botellas al mes, con lo que es posible



calcular los ingresos adicionales obtenidos, considerando que el precio de venta del litro de aceite es 6,75 Bs:

$$\text{Ingresos} = 123.666,552 \frac{\text{bot}}{\text{mes}} * 6,75 \frac{\text{Bs}}{\text{bot}} = 834.749,226 \frac{\text{Bs}}{\text{mes}}$$

Los costos resultantes corresponden a la inversión inicial requerida para implementar las propuestas planteadas, con lo que queda:

$$\text{Costos} = 713.510 \text{ Bs}$$

La relación entre los ingresos y los costos viene dada por:

$$\text{Beneficio} = \frac{834.749,226 \text{Bs}}{\text{mes}} * \frac{12 \text{meses}}{1 \text{año}} - 713.510 \text{ Bs} = 9.303.480,712 \text{ Bs}$$

Con lo que se demuestra que los beneficios para el primer año de implementación de las propuestas serán de 9.303.480,712 Bs, y al ser este valor positivo se dice que el proyecto es rentable.

$$\frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}} = \frac{713.510 \text{ Bs}}{9.303.480,712 \text{ Bs}} = 0,076$$

De la relación costo beneficio se obtuvo un valor 0,076 el cual indica que la inversión se recupera en el primer año de operación.



CONCLUSIONES

Para el estudio de la línea de llenado se utilizaron como herramientas de diagnóstico el análisis del proceso, análisis de la operación, la metodología ESIDE y el método REBA, reportando cada uno de ellos las áreas de mayor prioridad en cuanto a desperdicios de material y fallas en máquinas.

En un principio se encuentra el área de alimentación, con existencia de desperdicios por botellas abolladas y niveles de riesgo alto desde el punto de vista ergonómico, requiriendo actuar pronto sobre los métodos de trabajo utilizados por los operarios del área. Se cree que para esta condición pudiera reducirse el riesgo incorporando un equipo alimentador de botellas con el que se lograría la reducción de botellas abolladas, mejor utilización del personal y eliminación de condiciones disergonómicas.

Así mismo en la máquina llenadora, por existir derrames de aceite se consideró necesario el reemplazo de sus válvulas mecánicas por un sistema de válvulas automatizadas bajo sistemas PLC programado por un ingeniero electricista especialista en instrumentación y control, medida que contribuirá a reducir los desperdicios en un 98%.

El área de etiquetado, debido a fallas constantes, actividades de reproceso y que las inspecciones como en todos los puntos de inspección se realizan 100% por el hombre, ocasionan pérdida de tiempo efectivo a la actividad y permiten que unidades defectuosas no sean detectadas a tiempo dentro del proceso. Se ha propuesto un dispositivo para inspección de etiquetas que permita incrementar la productividad y el nivel de servicio a sus clientes, además que se garantizará que los productos siempre se ajusten a las especificaciones establecidas.



Se consideró de igual importancia las condiciones disergonómicas presentes en el área de paletizado, donde el trabajador ejecuta movimientos que representan un riesgo de sufrir lesiones músculo esqueléticas para lo cual se propuso la adquisición de un elevador de paletas eléctrico que el operario podrá graduar a la altura de la carga según su estatura para trabajar evitando movimientos de dorso flexión.

Por último pero no menos importante se propuso una jornada de adiestramiento para implementar rutinas de mantenimiento a las máquinas de la línea, esto debido a los tiempos de paradas de las mismas, que ocasionan pérdida de tiempo efectivo. En estas rutinas de mantenimiento el operario tendrá un papel primordial en la reparación, limpieza y prevención de averías de las máquinas, por lo cual la gerencia deberá hacer énfasis en involucrar al operario en esta iniciativa.

Una vez hecha la evaluación económica de las propuestas puede concluirse que su implementación en la empresa es rentable y que se cumplen los objetivos planteados en un principio del estudio, como era reducir los desperdicios en al menos un 30%, superando de esta forma las expectativas.



RECOMENDACIONES

Vigilar las condiciones físicas y psicológicas del personal es de vital importancia dentro de una organización, por eso al realizar cualquier actividad es muy importante proteger siempre su integridad física y mental. Bajo este principio fundamental relacionado a la higiene y seguridad en el trabajo, se realizan propuestas enfocadas a la prevención de enfermedades y accidentes inherentes a las actividades que realizan los operarios y al ambiente físico donde las llevan a cabo.

Se propone mejorar las condiciones de trabajo de las operadoras del área de formado de cajas en cuanto a iluminación, descansos y factores psicológicos.

Por el hecho de estar en un ala fuera del flujo de la línea las condiciones de iluminación, relaciones interpersonales con compañeros de la línea se ve limitada por lo que es necesario considerar incorporar lámparas de luz blanca para ambientar el área de trabajo y otorgar descansos de 10 minutos cada dos horas y media, permitiendo en estas pausas visitar otras áreas de la línea.

Debido a que son áreas con operaciones distintas la propuesta está enfocada a dos tipos de guantes: Guantes de carnaza y guantes finos de plástico

Los primeros, a ser usados por los operarios que deben retirar con cuchillas cortantes el plástico que protege la camada de botellas con lo que en ocasiones se lesionan en la manipulación; mientras que los guantes finos de plástico deben ser usados por los operarios que realizan la actividad de posicionamiento de las botellas ya que sus manos tienen contacto directo y puede resultar anti higiénico por tratarse de envasado de alimento. Los guantes deben desecharse cada vez que el operario realice una actividad distinta y luego vuelva al puesto de trabajo. El supervisor es responsable de vigilar el cumplimiento estricto de esta norma.



Por tratarse de una línea de llenado de aceite comestible, es imprescindible que el área se mantenga en condiciones óptimas de higiene y seguridad, debido a que al derramarse el aceite en el piso se crea un aspecto de suciedad, además de generar condiciones inseguras ya que las personas pueden resbalarse y caer, pudiendo sufrir lesiones graves.

Una medida apropiada para esta situación, es incorporar a las herramientas cotidianas de limpieza que se usan actualmente, una hidrolavadora y jabones con químicos especiales para la limpieza de superficies con derrames de aceite. La limpieza debe realizarse diariamente antes de iniciar la jornada del primer turno de trabajo y debe realizarse con la hidrolavadora desde la entrada a la línea de llenado hasta la estación de palatización. Se debe instar a todo el personal de la línea a participar en la tarea de limpieza concientizándolos sobre los beneficios que traerá para sí mismos trabajar en un ambiente más agradable o en contra parte mostrándoles las desventajas de trabajar en un ambiente inseguro.

Los operarios de la actividad de posicionamiento de botellas usan un pedestal para alcanzar cierta altura y quedar al nivel de la banda transportadora, este pedestal es de rejillas de hierro lo cual maltrata al operario puesto que permanece de pie por dos horas y treinta min hasta la próxima rotación del puesto de trabajo. Se recomienda reemplazar este pedestal por una silla alta donde el operario alcance la altura que necesita para realizar la actividad pero que contribuya a disminuir la fatiga y el cansancio que el pedestal de rejillas les provoca.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AVENDAÑO M Y MORALES V. 2009. *Propuesta de mejorar el método de trabajo en el área de especias, caso: Alimentos Berrios C.A (Albeca)*. Venezuela, Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería.

BELTRÁN J. 1998. *Indicadores de gestión. Segunda edición*. Santafé de Bogotá: 3R editores.

BURGOS. 2009 *Ingeniería de métodos. Calidad y productividad*. Venezuela, editorial publicaciones de la Universidad de Carabobo.

CAMILO, Abraham. *Ingeniería de métodos. Estudio de tiempos y movimientos*. México, editorial Limusa.

CAMPOS R. y VARGAS E. 2001 *Mejoras de los métodos de trabajo en las áreas de preparación y llenado de una planta de pinturas*. Venezuela, Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería.

COMERCIAL NORTHCO C.A. [En línea] Disponible en: www.northco.com.ve [Consulta: 2011, Septiembre 5]

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA (Artículo N° 305)(1999, Marzo 2000). *Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela*, 36.860, 1999, Diciembre 30, 1999.

DE ALVARADO, G., ETTEDGUI, C., GONZALEZ, I., GUERRA, V. 2009. *Evaluación de proyectos de inversión*. Venezuela, editorial publicaciones de la Universidad de Carabobo.

ENTEC C.A. [En línea] Disponible en: www.entec.com.ve [Consulta: 2011, Agosto 25]



FERRER, M. 2009. Mejoras en las condiciones ergonómicas y aumento de la capacidad de almacenaje. Venezuela, Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería.

HERNÁNDEZ V Y NIETO G. 2009. Disminución de los desperdicios en la línea 4 de envasado de bebidas carbonatadas. caso: Coca-Cola Planta Valencia. Venezuela, Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería.

INDUSTRIAS DIANA C.A. [En línea]. Disponible en: <http://www.industriasdiana.gob.ve>. [Consulta: 2011, Enero 17]

KERLINGER, F.N. 1983. Investigación del comportamiento. Técnicas y metodología. México, D.F. Interamericana.

TAPPING, DONG. 2007. La nueva guía lean de bolsillo. Estados Unidos.

MÉNDEZ. 2001 Metodología Diseño y desarrollo del proceso de investigación. Colombia, editorial Mc-Graw Hill.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. [En línea]. Disponible en: <http://www.ilo.org/global/lang--en/index.htm>. [Consulta: 2011, Febrero 18]

ORTIZ, F. ILLADA, R. SIRA, S. BARRIOS, M. 2007 CUADERNOS DE INGENIERIA INDUSTRIAL (ESIDE y Diagramas Múltiples, Herramientas para la mejora continua de procesos, N° 3). Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial.

PROGRAMA NACIONAL PARA LA PREVENCIÓN DE LOS TRASTORNOS MÚSCULO ESQUELÉTICOS EN EL LUGAR DE TRABAJO. 2008. Valencia, Venezuela

RACHADELL F y GÓMEZ E. Manejo de materiales. Universidad de Carabobo . Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial.



TAMAYO Sergio y TAMAYO Mario. 1999. El proceso de la investigación científica. México

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR. 2006 Manual de trabajos de grado de especialización de maestría y tesis doctorales. Venezuela.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA [En línea] Disponible en: www.ergonautas.upv.es. [Consulta: 2011, Febrero 15]

Sistema de inspección de etiqueta CI- Vision. [En línea] Disponible en: http://us.mt.com/global/en/home/supportive_content/product_documentation/datasheets/CIV_Label_ES.rxHgAwXLILnPBMDSzq--.ExternalFileComponent.html/Label%20Vision-210_es_A4_Low-Res.pdf [Consulta: 2011, Septiembre 20]