

Artículo No. 10: *Arteaga, O. y Sira, S. (2016). Aumento de eficiencia en una línea de producción mediante la aplicación de la Metodología ESIDE. Semilleros, 3 (5), 99-108.*

Aumento de eficiencia en una línea de producción mediante la aplicación de la Metodología ESIDE

Control of breaks in the wire drawing process of high carbon wire for tires tab

Arteaga, Oscar¹; Silvia Sira²

Resumen. El propósito de esta investigación es proponer una serie de mejoras en un sistema de producción de una empresa del Estado Carabobo, compuesto por tres subsistemas claves como: Llenado, Empacado y Paletizado, con el objetivo de aumentar su eficiencia. Se consideran factibles las propuestas ya que proporcionan soluciones a la problemática existente en dicha empresa. Se inicia con un diagnóstico de la situación actual, basada en datos obtenidos de reporte de turno de producción en el cuarto trimestre del año 2015, cuyo resultados reflejan pérdida de eficiencia por condiciones que generan fatiga, paradas no planificadas y procedimientos no estandarizados, las cuales representan el 80% de las causas. Se aplicaron los primeros (9) nueve pasos de la herramienta Eliminación Sistemática de Desperdicios (ESIDE) para generar las diferentes propuestas de mejoras como lo son: la elaboración y aplicación de un plan de mantenimiento preventivo, creación y aplicación de procedimientos estandarizados del sistema, entre otras. En la fase económica se considera rentable motivado al uso de mano de obra interna del sistema con equipos y herramientas disponibles en la empresa, evitando de esta manera gastos adicionales al proceso, sin embargo el costo de los mantenimientos programados se ven afectados en un incremento del 30%, aumento que se recupera de manera inmediata por el incremento de la eficiencia del sistema en estudio.

Palabras clave: *Sistema, Mantenimiento, ESIDE, Eficiencia.*

Abstract. The purpose of this research is to propose a number of improvements in the system of production, comprises three key subsystems such as filling, packing and palletizing in the Plant Valencia, with the aim of increasing efficiency. It is considered feasible because it provides solutions to the problems in the company mentioned. It begins with a diagnosis of the current situation, based on data from reporting shift production in the fourth quarter of 2015, whose results reflect loss of efficiency by conditions that generate fatigue, unplanned downtime and procedures are not standardized which represent including 80% of cases, the first (9) nine steps of Systemic Waste Disposal (ESIDE) tool was used to generate the various proposals for improvements such as: the development and implementation of a preventive maintenance plan, creation and implementation of standardized procedures system among others. In the economic phase is considered profitable motivated the use of internal labor system equipment and tools available in the company, thus avoiding additional costs way process, however the cost of scheduled maintenance are affected by an increase of 30%, an increase that is recovered immediately to increase the efficiency of the system under study.

Key Words: *System Maintenance, ESIDE, Efficiency.*

¹ Estudiante de la Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela. oscaryovanny23@gmail.com

² Departamento de Ingeniería de Métodos, Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Campus de Bárbula, Carabobo, Venezuela. silvia.sira@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La mejora continua en la actualidad es una técnica fundamental para el aumento de la productividad, confiabilidad y calidad de los procesos de producción de las industrias, a través de ellos se logra una mayor producción en menos tiempo, reduciendo costos. Es por ello que las empresas se encuentran en una continua actualización de sus sistemas.

Una empresa ubicada en la Zona Industrial Municipal, Estado Carabobo constituye una de las principales industrias de embotellado del país en su categoría y con un continuo crecimiento en el mercado, por ello se crea la necesidad de ser más eficientes en los procesos de producción.

Por lo antes expuesto, el presente trabajo propone diseñar e implementar un plan de mejora continua con la finalidad de

aumentar la eficiencia en una línea de una Planta en Valencia.

Esta propuesta es factible e importante, ya que principalmente se deben medir, evaluar y diagnosticar directamente todos los factores que dan a lugar a la pérdida de puntos de eficiencia de dicha línea; orientados bajo un enfoque sistémico, multidisciplinario y con las bases metodológicas para planificar e implantar mejoras en calidad y productividad, mediante el uso de métodos y técnicas específicos para cada proceso de producción.

Dicho trabajo está estructurado en las siguientes partes: descripción de la situación actual, Análisis Profundo del Problema bajo la metodología ESIDE, finalmente las propuestas de mejoras con su respectiva justificación económica.

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La empresa en estudio está ubicada en la Zona Industrial Municipal Norte, en Valencia, Estado Carabobo. Está dedicada a la elaboración de bebidas carbonatadas. EL proceso de producción de dicho sistema consta de los subsistemas integrados por:

Subsistema de Llenado

Mezclador, Llamadora y Rinser.

Subsistema Empacado

Transportadores de botellas, Empacadora, Horno, transportadores de paquetes.

Subsistema Paletizado

Paletizadora y Envolvedora.

En la figura 1, se observa el diagrama del proceso del sistema productivo de la línea en estudio.

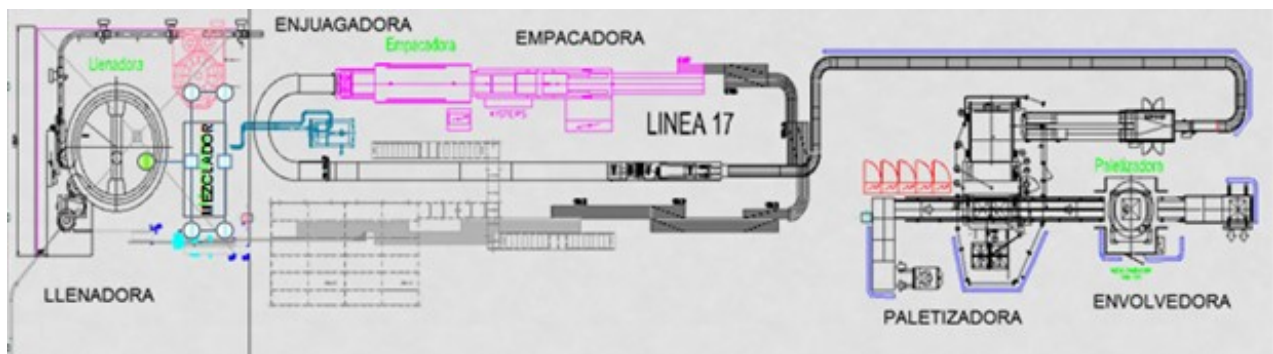


Figura 1.- Distribución en Planta

En esta línea se evidencia la necesidad de aumentar la eficiencia a 60%, actualmente la misma se encuentra en 52%, aplicando herramientas de mejoramiento continuo en el primer trimestre del año 2016.

Se realiza un monitoreo de las paradas de la línea en cada turno de trabajo durante el cuarto trimestre del año 2015, observándose eficiencia de la línea en 52%, afectadas principalmente por paradas ajenas en 19%, paradas de equipo en 17% paradas por cambio y saneamiento 5% y paradas operativas 7%. Con relación a esta situación actual se realiza priorización de los tipos de paradas observados en la figura 2.

Elementos que influyen en la situación (estos son los elementos a desarrollar en el análisis de causa raíz)	Priorizaciones (1: alto-2:medio-3:bajo)
Aumento de los tiempos de paradas por afectaciones ajenas en línea 17	1
Aumento de tiempos perdidos por afectaciones de averías en los equipos línea 17	1
Saneamiento cada 24 horas en llenadora línea 17 con sensitivo	3
Paradas operativas en línea 17 por encima del objetivo actual 5%	2

Figura 2 Priorización de paradas

Dado estos resultados se procede a graficar un Diagrama de Pareto, observado en la figura 3.

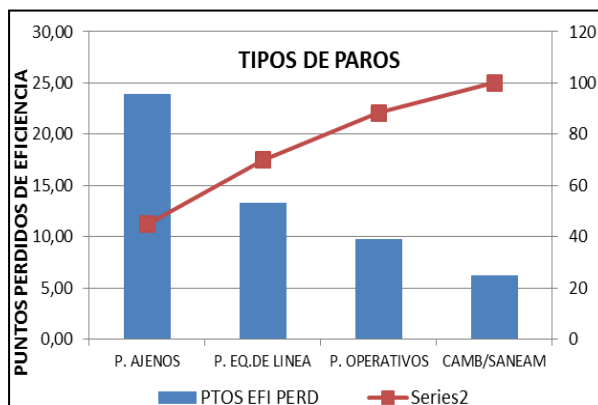


Figura 3 Diagrama de Pareto

Una vez determinada cuáles son las fallas en el sistema, se aplica el análisis profundo de la Herramienta Eliminación Sistemática de Desperdicios (ESIDE), la cual inicia con la forma 1 (Identificación de prioridades de estudio), en la figura 4, se observa dicha forma con su respectiva evaluación.

FORMA 1. IDENTIFICACIÓN DE PRIORIDADES DE ESTUDIO																	
Organización: COCA-COLA FEMSA S.A.																	
Sistema en estudio: MEJORA EFICIENCIA L17																	
Realizado por: ING. OSCAR ARTEAGA																	
Fecha: 15/12/2015																	
Página:																	
INDICADORES DE GESTIÓN DEL SISTEMA					SUBSISTEMA			SUBSISTEMA			SUBSISTEMA						
NOMBRE	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR ACTUAL	VALOR META	PESO REL	LLENADO			EMPAQUADO			PALETIZADO						
					VA	ST	PTS	VA	ST	PTS	VA	ST	PTS				
REDUCCION DE PAROS OPERATIVOS	%	9,77	5	10	4,89	2	20	2,44	3	30	2,44	1	10				
REDUCCION MERMA DE JARABE	%	0,76	0,5	7	0,76	2	14	1	3	21	0	1	7				
REDUCCION MERMA MATERIALES EMPAQUE	%	1,78	0,5	7	0	2	14	1,78	3	21	0	1	7				
REDUCCION PAROS AJENOS	%	24	14	10	14	2	20	8	3	30	2	1	10				
REDUCCION DE PAROS DE EQUIPO	%	14	9	10	7	2	20	5	3	30	2	1	10				
REDUCCION MERMA BOTELLAS PET	%	2	0,5	7	2	2	14	0	3	21	0	1	7				
TOTAL					68			TOTAL			102			TOTAL		34	

Figura 4 Identificación de prioridades de estudio.

De acuerdo con los valores obtenidos en la forma 01, el subsistema más crítico es el Empacado con 102 puntos, luego llenado con 68 puntos y finalmente el paletizado con 34 puntos.

El paso 2 de la Herramienta ESIDE, determina la descripción del sistema, en la figura 5, se aprecia el resumen de sistema de producción de la línea en estudio.

- Subsistema de Llenado: Mezclador, Llamadora y Rinser, mostrado en la Figura 5.
- Subsistema de Empacado: Transportadores de botellas, Empacadora, Horno, transportadores de paquetes, mostrado en la Figura 6.
- Subsistema paletizado: Paletizadora y Envolvedora, mostrado en la Figura 7.



Figura 5.- - Subsistema de Llenado: Mezclador, Llamadora y Rinser



Figura 6.- - Subsistema de Empacado: Transportadores de botellas, Empacadora, Horno, transportadores de paquetes



Figura 7.- - Subsistema paletizado: Paletizadora y Envolvedora

El mezclador tiene como objetivo la elaboración del producto y funciona principalmente con agua pre-carbonatada mediante el suministro de gas carbónico “CO₂”, éste se mezcla con jarabe terminado

dando como resultado la bebida carbonatada bajo los estándares de calidad.

Dentro de la operación del sistema se encuentran varios dispositivos de control como: Flo-mix, el cual trabaja de acuerdo al principio de carga fija de líquido sobre el orificio. Al mantener la misma carga o presión en los conductos hace que el flujo a través de los orificios sea constante. Durante la operación, el jarabe y el agua entran a sus respectivos recipientes o tazas a través de las válvulas de entrada, que es impulsado por unas bombas. El nivel de los líquidos se mantiene en cada recipiente gracias a la acción de los flotantes en los controladores neumáticos y la válvula de entradas accionadas por aire.

Rinser: Este equipo es el encargado de sanitizar las botellas suministradas por los proveedores, las cuales deben ser enviadas bajo estándares de inocuidad al equipo llenadora.

Llenadora: Este equipo recibe el jarabe previamente preparado en el mezclador y a través de mecanismo de ajuste de los subsistemas de dicho equipo como la contra presión, accionamientos de cilindros elevadores, abra y cierra válvulas, entre otros, es capaz de realizar el proceso de llenado de las botellas enviadas por el rinser en las presentaciones antes descritas, cabe destacar que estas botellas son elaboradas por un proveedor externo quien mediante mecanismo de transportadores accionados por aire envían las botellas hasta la llenadora.

Empacadora: Este equipo es el encargado de agrupar las botellas en 12 unidades para las distintas presentaciones; son empaquetadas mediante el uso de materia prima plástico termoencogible; con la ayuda de un horno culmina el sellado de dicho paquete.

Transportadores: Son equipos conformados por bandas o cadenas los cuales ejercen movimientos a través de accionamiento motores eléctricos, su función es trasladar las botellas y paquetes de productos hasta la zona de empaque y paletizado respectivamente.

Paletizadora: Este equipo agrupa 20 paquetes por camadas enviados por la empacadora y los va apilando hasta 10 camadas, es decir una paleta apila hasta 200 paquetes en una paleta de madera y finalmente la envía a través de mecanismo de transporte de rodillos hasta la zona de la envolvedora donde se le coloca un recubrimiento de plástico stretch para evitar que dicho apilamiento sufra derrumbes.

Cada una de las etapas del proceso requiere materia prima, en el caso de la llenadora requiere las botellas plásticas, gas carbónico CO₂, nitrógeno y el jarabe terminado; la empacadora requiere del plástico termoencogible; la paletizadora de cartones separadores de camadas y la envolvedora de plástico stretch, todos estos materiales suministrados por proveedores externos, adicionalmente se requiere de servicios como agua, aire, energía eléctrica, vapor; suministrados por proveedores internos, sin lugar a duda se requiere del apoyo de la mano de obra.

La descripción detallada del sistema en estudio se muestra en la Forma 2 del ESIDE y que se visualiza en la Figura 8

FORMA 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA			
Organización: COCACOLA FEMSA S.A			
Sistema en estudio: MEJORA EFICIENCIA L17			
Subsistema analizado: LLENADO, EMPACADO Y PALETIZADO			
Realizado por: ING. OSCAR ARTEAGA			
Fecha: 15/12/2015			
Página:			
PRODUCTOS: DADA LA MEZCLA DE AGUA CON JARABE TERMINADO NOS DA COMO RESULTADO FINAL EL PRODUCTO O BEBIDA, LA CUAL ES ENVASADA EN PRESENTACION 500 ML Y 1,5 L		CLIENTES: LOS CLIENTES INTERNOS SON LAS PERSONAS QUE TRABAJAN EN EL AREA DE LINEA 17 (OPERADORES)	
MATERIALES: ENVASES PET EN PRESENTACION 500 ML Y 1,5 L, TAPA ROSCA, PLASTICO TERMOENCOGIBLE, SEPARADORES, PLASTICO STRECH		PROVEEDORES: INTERNO: PROCESOS ESCEALES NOS PROVEEN DE AGUA, ELECTRICIDAD, AIRE, JARABE TERMINADO, EXTERNOS: ALPLA, ROYECTOS PET, TACORSA, PLASTICO PROGRESO	
ACTIVIDADES			
SE INICIA EL PROCESO DE MEZCLADO EN EL EQUIPO PROPORCIONADOR DE BEBIDA OPERADO POR EL TECNOLOGO DE CALIDAD, POSTERIORMENTE ESTE PRODUCTO PREVIAMENTE ANALISADO ES ENVASADO POR EL EQUIPO LLENADORA A RAZON DE 490 BOTELLAS POR MINUTO, DE ALLI LAS BOTELLAS SE TRASLADAN POR BANDAS TRANSPORTADORAS HASTA LA EMPACADORA, EN ESTE PROCESO SON AGRUPADAS Y ENVUELTAS EN PLASTICO TERMO ENCOGIBLE EN 6 BOTELLAS EN PRESENTACION 1,5 L Y 24 BOTELLAS EN 500 ML, CONTINUAN SU RECORRIDO EN ESTA OCASION EN PAQUETES DESCRITOS HASTA LA PALETIZADORA, EN ESTA ULTIMA ETAPA LOS PAQUETES SON ALMACENADOS EN PALETAS HASTA 50 PAQUETES PARA FINALMENTE SER TRASLADADO AL AREA DE ALMACENAMIENTO CON LA AYUDA DE UN MONTACARGAS			
MANO DE OBRA	EQUIPOS / HERRAMIENTAS	INFRAESTRUCTURA / ESPACIO	OTROS
SE CUENTA CON MANO DE OBRA CAPACITADA PARA EJERCER LAS FUNCIONES INHERENTES AL CARGO	COMO EQUIPO SE TIENE MONTACARGAS Y DEMAS MAQUINARIA AUTOMATICAS PARA LA ELABORACION, ENVASADO Y ALMACENAJE DEL PRODUCTO FINAL	SE CUENTA CON DISPOSICION MODERADA DE ESPACIO E INFRAESTRUCTURA	

Figura 8 Descripción del sistema

Una vez descrito el sistema en estudio, se procedió a estudiar el impacto de los elementos del sistema en los indicadores de desempeño. Para ello se aplicó la tabla Impacto de elementos en indicadores de la metodología ESIDE, la cual es la Forma 3; tal como se ilustra en la figura 9.

FORMA 3. IMPACTO DE ELEMENTOS EN INDICADORES							
Organización: COCACOLA FEMSA S.A.							
Sistema en estudio: MEJORA EFICIENCIA L17							
Subsistema analizado: LLENADO, EMPACADO Y PALETIZADO							
Realizado por: ING. OSCAR ARTEAGA							
Fecha: 15/12/2015							
Página:							
ELEMENTOS DEL SISTEMA	INDICADORES DE DESEMPEÑO						
	REDUCCION DE PAROS OPERATIVOS	REDUCCION MERMA DE JARABE	REDUCCION MERMA MATERIALES EMPAQUE	REDUCCION PAROS AIENOS	REDUCCION DE PAROS DE EQUIPO	REDUCCION MERMA BOTELLAS PET	TOTAL
PRODUCTO	0	3	1	0	0	3	7
INSUMOS	0	1	3	3	3	3	13
ACTIVIDADES	3	3	3	3	3	3	18
MANO DE OBRA	3	3	3	2	3	3	17
EQUIPOS	1	3	3	1	3	3	14
ESPACIO	0	0	0	0	0	0	0
IMPACTO: 3 = Alto, 2 = Regular, 1 = Bajo, 0 = Nulo							
OBSERVACIONES: DE ACUERDO A LOS RESULTADOS SE CENTRA LA ATENCION EN EL ESTUDIO CRITICO A LOS ELEMENTOS DE MAYOR IMPACTO COMO SON: LAS ACTIVIDADES Y LA MANO DE OBRA POR FALTA DE COMUNICACION, INTERES, MOTIVACION PARA SU INCORPORACION PROACTIVA EN EL PROCESO, EQUIPOS E INSUMOS, COMO LA MATERIA PRIMA ALTERNATIVA, LAS PARADAS DE LOS EQUIPOS AFECTADOS POR LA PLANIFICACION Y FALTA DE PREPUESTO.							

Figura 9 Impacto de elementos en indicadores.

De acuerdo con los resultados se centra la atención del estudio crítico en los elementos

de mayor impacto, como lo son: Actividades, Mano de obra, Equipos, Insumos y Producto.

La forma 4 de la herramienta ESIDE, señala cuáles son los desperdicios más comunes en los subsistemas; en la Figura 10 se señalan cada uno de ellos.

FORMA 4. LISTA DE DESPERDICIOS COMUNES	
ELEMENTO	DESPERDICIO
PRODUCTO	Producto defectuoso
INSUMOS	Materiales fuera de especificaciones
	Difícil acceso
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Paradas no planificadas
MANO DE OBRA	Distracciones (falta de concentración)
	Desplazamientos innecesarios
	Condiciones que provocan fatiga
ACTIVIDADES	Procedimientos no estandarizados o mal transmitidos
	Desbalance de trabajo en la línea

Figura 10 Lista de desperdicios comunes.

Producto Defectuoso: El producto fuera de especificación se debe a variaciones del brix en la zona de preparación de jarabe, mala apilación de las tapas que sellan las botellas y/o el sistema de codificación mal ajustado.

Difícil acceso: se refiere a la disposición en planta de la materia prima importada por falta de asignación de divisas.

Paradas no planificadas: debido a fallas en los equipos del sistema o falla del sistema externo, como falla de energía eléctrica; tal como se ilustra en la figura 11.



Figura 11.- falla de energía eléctrica

Distracciones (Falta de Concentración): el trabajador dedica parte de su jornada laboral a realizar actividades improductivas para el proceso, es decir, conversar, caminar y uso del celular.

Desplazamientos innecesarios: el operador líder debe trasladarse hasta el área para solicitar corte de producción pudiendo ser resuelto con procedimientos estandarizados.

Condiciones que provocan fatiga: continuo levantamiento de botellas caídas en la zona entrada empacadora, el operador debe estar haciendo movimientos de inclinación y extensión constante, ver Figura 12.



Figura 12.- Trabajador en movimientos de inclinación y extensión constante

Procedimientos no estandarizados: las actividades no están normalizadas, el tiempo del proceso varía por las diversas demoras.

Desbalance de trabajo en la línea: Los trabajadores no tienen asignada la misma carga de trabajo, debido a la falta normalización de las actividades.

Una vez identificados los desperdicios presentes en los subsistemas se cuantifican cada uno de ellos de acuerdo al paso 5 de la metodología ESIDE, como se muestra en la Figura 13; lo cual permite medir el impacto de cada desperdicio, establecer las prioridades para el tratamiento de cada uno

de ellos y justificar la inversión económica que requieran las mejoras que se planteen.

FORMA 5. CUANTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS		
Organización: COCACOLA FEMSA S.A		
Sistema en estudio: MEJORA EFICIENCIA L17		
Subsistema analizado: LLENADO, EMPACADO Y PALETIZADO		
Realizado por: ING OSCAR ARTEAGA		
Fecha: 15/12/2015		
Página:		
DESPERDICIO	UNIDAD	CANTIDAD
Producto defectuoso	MIN* ² DIA	50
Materiales fuera de especificaciones	MIN* ² DIA	28
Difícil acceso	MIN* ² DIA	38
Paradas no planificadas	MIN* ² DIA	265
Distracciones (falta de concentración)	MIN* ² DIA	40
Desplazamientos innecesarios	MIN* ² DIA	25
Condiciones que provocan fatiga	MIN* ² DIA	300
Procedimientos no estandarizados o mal transmitidos	MIN* ² DIA	80
Desbalance de trabajo en la línea	MIN* ² DIA	32

Figura 13 Cuantificación de desperdicios

Los principales problemas en el sistema de producción de la línea, es el alto nivel de condiciones que generan fatiga, las fallas en los equipos, lo que produce paradas no planificadas, y la falta de procedimientos no estandarizados y normalización del proceso. Una vez cuantificados los desperdicios se aplica el Paso 6, el cual es el análisis de las causas de desperdicios basada en la metodología de la herramienta de análisis 5 ¿por qué?, tal como se ilustra en la Figura 14.

DESPERDICIO	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?
Producto defectuoso	Por variaciones fuera de especificaciones en el subsistema de llenado	Por equipos y maquinarias defectuosos	Por falta de mantenimiento predictivo y programado	Por falta del levantamiento de información de los equipos
Materiales fuera de especificaciones	Por falta de materia prima de buena calidad	Por el uso de materia prima nacional en vez de importada	Por la falta de compra de materia prima importada	Por divisas restringidas para la compra de materia prima importada
Difícil acceso	No existe variabilidad de proveedores para la compra de materia prima de buena calidad	No se ha realizado plan de trabajo para el desarrollo de diversidad de proveedores		
Paradas no planificadas	Por equipos y maquinarias defectuosos	Por falta de mantenimiento predictivo y programado	Por falta de un programa de mantenimiento debidamente estructurado	No se ha realizado levantamiento de actividades y repuestos para un programa de mantenimiento
Distracciones (falta de concentración)	Por uso excesivo de teléfonos y periódicos en puestos de trabajo	Por falta de creación y aplicación de políticas para el control y uso de teléfonos en los puestos de trabajo		
Desplazamientos innecesarios	Por falta de una mejor organización y distribución de las actividades	Por falta de procedimientos estandarizados en cada uno de los sub sistemas		
Condiciones que provocan fatiga	El trabajador debe realizar movimientos repetitivo	Debe parar las botellas caídas a la entrada de la empacadora constantemente	Por transportadores en mal estado y falta de lubricación adecuada	Por falta de intervención mecánica para su reparación
Procedimientos no estandarizados o mal transmitidos	No existen procedimientos estandarizados en los diferentes subsistemas	Falta de levantamiento de información de cada uno de los subsistemas		
Desbalance de trabajo en la línea	Por falta de una mejor organización y distribución de las actividades	Por falta de procedimientos estandarizados	Falta de levantamiento de información de cada uno de los subsistemas	

Figura 14 Análisis causa de desperdicio

El paso 7 del ESIDE consiste en diseñar las soluciones que mejoren el sistema, eliminando los desperdicios, para lo cual se propone la aplicación de las siguientes técnicas descritas en la Figura 15.

FORMA 7.1. ALGUNAS TÉCNICAS PARA ELIMINAR LOS DESPERDICIOS	
TÉCNICA	DESPERDICIO ELIMINADO
POKA YOKE / JIDOKA	Productos de mala calidad
SMED	Paradas largas de máquinas por preparación y/o ajustes
TPM	Repetición de trabajos
PRINCIPIO DE ECONOMÍA DE LOS MOVIMIENTOS	Movimientos innecesarios e inefectivos del cuerpo humano

Figura 15 Técnicas para eliminar los desperdicios

Una vez aplicadas las herramientas se proponen las acciones o actividades de mejora tal como lo establece el Paso 8 de la Metodología ESIDE, dando como resultado 3 acciones principales tal como se muestran en las Figuras 16, 17 y 18.

DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN	
Propuesta 1:	
1.1 Realizar levantamiento de los repuesto y actividades de mantenimiento preventivo	
1.2 Realizar programa de mantenimiento preventivo en SAP de los equipos que conforman los subsistemas	
1.3 Aplicación de mantenimiento programado de cada uno de los equipos que conforman los subsistemas según frecuencia asignada	
VENTAJAS	DESPERDICIOS QUE ELIMINA / REDUCEN
1. Disminución de los tiempos de paradas de los equipos de forma imprevista	1. Paradas no planificadas
2. Aumento de la producción	2. Condiciones que provocan fatiga
3. Disminuir el agotamiento físico y mental en los operadores	3. Producto defectuoso
4. Mejora Disergonomica en las unidades operativas	
DESVENTAJAS	
Aumento de costo en los mantenimientos	
COSTO	
La Implementación del mantenimiento preventivo aumentará el 50% del presupuesto del mismo equivalente a 1.200.000 Bsf	

Figura 16 Descripción de la situación Propuesta 1.

DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN	
Propuesta 2:	
Desperdicio: Procedimientos no estandarizados o mal transmitidos	
1. Normalización y estandarización de los procedimientos para cada subsistema	
2. Planificación y control de las actividades	
VENTAJAS	DESPERDICIOS QUE ELIMINA / REDUCEN
1. Disminuye el retrabajo en cada subsistema	1. Procedimientos no estandarizados o mal transmitidos
2. Facilita la inducción a nuevos operadores	2. Desplazamientos innecesarios
	3. Distracciones (falta de concentración)
DESVENTAJAS	
No aplica para esta propuesta	4. Desbalance de trabajo en la línea
COSTO	
Para estas propuestas no se requiere inversión económica debido a que el levantamiento de los procedimientos se realizará con los operadores.	

Figura 17 Descripción de la situación Propuesta 2.

DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN	
Propuesta 3:	
1. Normalización y estandarización de los parámetros de los subsistemas para el uso de materia prima nacional e importada	
2. Adecuación de los equipos de los subsistemas para el uso de materia nacional e importada	
VENTAJAS	DESPERDICIOS QUE ELIMINA / REDUCEN
1. Aumenta la productividad	1. Materiales fuera de especificaciones
2. Facilita el uso de nuevas materias primas	2. Dificil acceso
DESVENTAJAS	
Aumento de cambio de presentación por cambio y ajuste de parámetros para el uso de materia prima alterna	
COSTO	
Para la propuesta Normalización y estandarización de los parámetros de los subsistemas para el uso de materia prima nacional e importada no se requiere inversión económica debido a que el levantamiento de los procedimientos se realizará con los operadores.	
Adecuación de los equipos 2,296.500 Bsf	

Figura 18 Descripción de la situación Propuesta 3

Establecidas las propuestas de las soluciones se procede a realizar el resumen de los costos por cada actividad propuesta, tal como lo señala la Figura 19, inversión que se recupera inmediatamente al incrementar la eficiencia del sistema en estudio.

TABLA DE COSTO POR ITEM			
Desperdicio	Número	Propuesta	Costo Bsf.
Paradas no planificadas	1.1	Realizar levantamiento de los repuesto y actividades de mantenimiento preventivo	0 Bsf.
	1.2	Realizar programa de mantenimiento preventivo en SAP de los equipos que conforman los subsistemas	0 Bsf.
	1.3	Aplicación de mantenimiento programado de cada uno de los equipos que conforman los subsistemas según frecuencia asignada	1.200.000 Bs
Procedimientos no estandarizados o mal transmitidos	2.1	Normalización y estandarización de los procedimientos para cada subsistema	0 Bsf.
	2.2	Planificación y control de las actividades	0 Bsf.
Difícil acceso	3.1	1. Normalización y estandarización de los parámetros de los subsistemas para el uso de materia prima nacional e importada	0 Bsf.
	3.22	2. Adecuación de los equipos de los subsistemas para el uso de materia nacional e importada	2,296.500 Bs
Total			3,496.500 Bs

Figura 19 Análisis de los Costos de las Propuestas

Una vez evaluado el impacto económico de las propuestas, se propone un plan de acción a la empresa para su ejecución, de acuerdo con el Paso 9 de la Metodología ESIDE, ver Figura 20.

Plan de Acción

FORMA 9. PLAN DE ACCIÓN				
Organización:				
Sistema en estudio: MEJORA EFICIENCIA L17				
Subsistema analizado: LLENADO, EMPACADO Y PALETIZADO				
Realizado por: ING OSCAR ARTEAGA				
Fecha: 12/01/2015				
Página:				
ACCIÓN A SEGUIR	FECHAS		RESPONSABLES	RECURSOS PRESUPUESTADOS
	INICIO	FIN		
Realizar levantamiento de los repuesto y actividades de mantenimiento preventivo	15/02/2016	18/03/2016	Jefe de Área de mantenimiento	Computador y Herramientas, para esta acción no se requiere inversión económica
Realizar programa de mantenimiento preventivo en SAP de los equipos que conforman los subsistemas	15/02/2016	30/04/2016	Jefe de Área de mantenimiento	Computador y Herramientas, para esta acción no se requiere inversión económica
Aplicación de mantenimiento programado de cada uno de los equipos que conforman los subsistemas según frecuencia asignada	15/02/2016	15/05/2016	Jefe de Área de mantenimiento	Repuestos asociados a cada actividad al mantenimiento preventivo
Normalización y estandarización de los procedimientos para cada subsistema	15/02/2016	15/03/2016	Jefe de Área de producción	Computador y Herramientas, para esta acción no se requiere inversión económica
Planificación y control de las actividades	15/02/2016	15/03/2016	Jefe de Área de producción	Computador y Herramientas, para esta acción no se requiere inversión económica
Normalización y estandarización de los parámetros de los subsistemas para el uso de materia prima nacional e importada	15/02/2016	30/03/2016	Jefe de Área de producción	Computador y Herramientas, para esta acción no se requiere inversión económica
Adecuación de los equipos de los subsistemas para el uso de materia nacional e importada	15/03/2016	27/05/2016	Jefe de Área de mantenimiento	Adecuación de los equipos 2,296.500 Bsf

Figura 20 Plan de Acción

CONCLUSIONES

La investigación se orientó al análisis de la situación actual del sistema de una línea de producción en una empresa del Estado Carabobo, con el propósito de generar propuestas para aumentar la eficiencia de dicho sistema, se utilizó la herramienta ESIDE para establecer los desperdicios presentes y las soluciones más idóneas que garanticen el resultado esperado del objetivo del sistema en estudio.

Los desperdicios que impactan negativamente al proceso de producción del sistema en estudio, son los siguientes:

- Paradas no planificadas

- Procedimientos no estandarizados o mal transmitidos.
- Difícil acceso.

Sobre estos se aplicaron herramientas de calidad para su erradicación dando como resultado una serie de propuestas de mejoras descritas en las Figuras 16, 17 y 18.

Cabe destacar la factibilidad del impacto económico del presente planteamiento dado que la mayoría de las actividades propuestas serán ejecutadas con personal, equipos y herramientas existentes en la mencionada empresa, salvo a un incremento en los mantenimientos preventivos que se verán

afectados en el orden del 30%, incremento que se recupera de manera inmediata por el aumento de la eficiencia del sistema en estudio.

Adicionalmente se propone un plan de acción, el cual debe realizarse en el primer cuatrimestre del año 2016.

En el marco de las recomendaciones se sugiere:

- Implementar las propuestas de mejora en el tiempo establecido en el diseño.
- Seguimiento al plan de acción semanalmente con la evaluación de las mejoras de los resultados que se observen en el sistema de estudio.
- Aplicar esta metodología de investigación al resto de los sistemas que conforman a la empresa.

REFERENCIAS

Arraiz B, Susan N, Zambrano D, y Frainleth D. *Eliminación sistemática del desperdicio con un enfoque concurrente*. Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. Valencia Estado Carabobo.

Ortiz, F y Illada, R. (2007). *Impacto en la enseñanza y aplicación de una nueva metodología en la asignatura de Ingeniería de Métodos*. Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo.

Sira, S. (2011). *Aplicación tecnológica del Diagrama Hombre-Máquinas*. Departamento de Ingeniería de Métodos, Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo. Revista Ingeniería UC: vol. 18, no. 3.