

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA LOGÍSTICO AL PROCESO DE LIMPIEZA Y AGLUTINAMIENTO DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA EMPRESA REEX LTDA., CON EL FIN DE ADAPTAR EL PROCESO PRODUCTIVO A UNA DEMANDA REQUERIDA”

**YALILE MATOREL SILVA
FERNANDO PEREZ BARROSO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
MINOR DE LOGÍSTICA Y PRODUCTIVIDAD
CARTAGENA DE INDIAS
ABRIL 2012**

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA LOGÍSTICO AL PROCESO DE LIMPIEZA Y AGLUTINAMIENTO DE BOLSAS PLÁSTICAS EN LA EMPRESA REEX LTDA., CON EL FIN DE ADAPTAR EL PROCESO PRODUCTIVO A UNA DEMANDA REQUERIDA”

**YALILE MATOREL SILVA
FERNANDO PEREZ BARROSO**

Monografía presentada para optar por el título de ingenieros industriales.

**DIRECTOR.
MASTER FABIAN GAZABON ARRIETA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
MINOR DE LOGÍSTICA Y PRODUCTIVIDAD
CARTAGENA DE INDIAS
ABRIL 2012**

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. OBJETIVOS	12
1.1 OBJETIVO GENERAL	12
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	12
2. MARCO TEÓRICO	14
3. EVOLUCIÓN ESTRATÉGICA DE REEX LTDA	23
3.1 RESEÑA HISTORICA	23
3.2 SITUACIÓN ACTUAL	24
3.2.1 Misión	24
3.2.2 Partes interesadas	25
3.2.3 Servicios Ofrecidos	26
3.2.4 Recurso Humano	27
3.2.5 Maquinaria y Equipo	29
3.2.6 Proceso de Producción	30
3.2.6.1 Bolsas plásticas	30
3.2.6.2 Estibas plásticas y estibas de madera	32
3.2.7 Comportamiento de la Demanda	32
3.3 PROYECCIÓN ESTRATÉGICA	33

4.	DIAGNÓSTICO DEL MEDIO AMBIENTE INTERNO Y EXTERNO	34
4.1	CINCO FUERZAS DE PORTER	34
4.2	ANALISIS DOFA	36
5.	ETAPA DEFINIR	39
5.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	39
5.2	DECLARACIÓN DEL OBJETIVO	44
5.3	ALCANCE	44
5.4	PARTES INTERESADAS DEL ESTUDIO	45
5.5	REQUISITOS DEL CLIENTE	46
5.6	DEFINICION DETALLADA DEL PROCESO	47
6.	ETAPA MEDIR	52
6.1	SISTEMA DE MEDICIÓN	52
6.2	PLAN DE MUESTREO	53
6.3	DEFINICION DE LA MEDIDA	54
6.4	PROCESO DE MUESTREO	58
6.5	CALCULO DEL NIVEL SIGMA	59
6.6	CALCULO DEL RENDIMIENTO DEL SISTEMA	61
6.6.1	Estudio de Tiempo	61
6.6.1.1	Antes	62

6.6.1.2	Durante	73
6.6.1.3	Después	82
6.6.2	Calculo de la Capacidad	95
6.6.3	Pronostico de la Demanda	101
7.	ETAPA ANALIZAR	106
7.1	HIPOTESIS INICIAL	106
7.2	ANALISIS DE DATOS Y PROCESOS	107
7.2.1	Exploración	107
7.2.2	Generación de Hipótesis	109
7.2.3	Verificación de las Causas	113
8.	ETAPA DE MEJORA Y PROPUESTAS PARA EL CONTRO	115
8.1	PROPUESTAS	116
8.2	PROPUESTAS PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL	126
9	RECOMENDACIONES	129
10	CONCLUSIONES	131
11	BIBLIOGRAFIA	135
12	ANEXOS	137

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Lista de proveedores Reex Ltda.	26
Tabla 2. Matriz de Recursos Humanos Reex Ltda.	28
Tabla 3. Matriz de maquinaria y equipos Reex Ltda.	29
Tabla 4. Análisis DOFA Reex Ltda.	38
Tabla 5. Análisis de las partes interesadas de estudio	46
Tabla 6. Cursograma Analítico de la operación de Inspección.	48
Tabla 7. Definición operativa de la medida.	54
Tabla 8. Muestreo de procesos, datos continuos y discretos.	58
Tabla 9. Calculo del Sigma	59
Tabla 10. Trabajadores calificados de Reex Ltda.	64
Tabla 11. Clasificación de los elementos del la operación de Inspección.	68
Tabla 12. Clasificación de los elementos del la operación de Sacudido.	69
Tabla 13. Clasificación de los elementos del la operación de Limpieza.	70
Tabla 14. Clasificación de los elementos del la operación de Picado.	71
Tabla 15. Calculo del número de muestras para el estudio de tiempo.	72
Tabla 16. Escala de valoración del estudio.	73
Tabla 17. Rangos de Valoración para las actividades en el estudio de tiempo	74
Tabla 18. Estudio de tiempo operación de inspección de BigBags.	75
Tabla 19. Estudio de tiempo operación de inspección de BB, elemento E	77
Tabla 20. Estudio de tiempo de la operación de sacudido de BigBags.	78

Tabla 21. Estudio de Tiempo de la operación de Limpieza de BigBags.	79
Tabla 22. Estudio de Tiempo de la operación de Picado de BigBags.	81
Tabla 23. Resumen del estudio de tiempo de Inspección.	84
Tabla 24. Resumen del estudio de tiempo de sacudido	85
Tabla 25. Resumen del estudio de tiempo de Limpieza.	86
Tabla 26. Resumen del estudio de tiempo de Picado.	87
Tabla 27. Sistema de suplementos por descanso porcentaje de los tiempos básicos	90
Tabla 28. Suplementos para el estudio de tiempo.	91
Tabla 29. Análisis del estudio de tiempo de Inspección	92
Tabla 30. Análisis del estudio de tiempo de Sacudido.	93
Tabla 31. Análisis del estudio de tiempo de Limpieza.	94
Tabla 32. Análisis del estudio de tiempo de Picado.	95
Tabla 33. Capacidad teórica para cada operación o tarea.	96
Tabla 34. Resumen del cálculo de capacidad por proceso.	101
Tabla 35. Descripción Técnica Maquina Aglutinadora Propuesta.	117
Tabla 36. Comparación capacidad actual vs Capacidad de la propuesta.	117
Tabla 37. Cursograma analítico de la propuesta 2.	120
Tabla 38. Comparación capacidad actual y mejorada.	126
Tabla 39. Propuestas a través de la metodología 5w + 2h	128

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Partes de un FIBC	15
Figura 2. Parte inferior de un FIBC	15
Figura 3. Organigrama de Reex Ltda.	27
Figura 4. Flujograma del proceso de Producción de Reex Ltda.	31
Figura 5. Demanda de Bolsas Plásticas Reex Ltda., en 2011.	32
Figura 6. SIPOC General del Proceso de Producción en Reex Ltda.	40
Figura 7. SIPOC de Limpieza de Bolsas Plásticas.	40
Figura 8. SIPOC de Aglutinamiento de Bolsas Plásticas.	41
Figura 9. Demanda real de BB contra demanda acumulado 2011	42
Figura 10. Relación entre oferta-demanda de BB en Reex Ltda.	43
Figura 11. Árbol CTQ para la evolución de medidas.	57
Figura 12. Información para cada una de las actividades del estudio de tiempo.	66
Figura 13. Croquis de la Bodega de Reex Ltda.	66
Figura 14. Calculo de suplementos.	88
Figura 15. Limpieza general de bolsas plástica.	97
Figura 16. Aglutinado de bolsas plástica.	99
Figura 17. Demanda histórica de Reex Ltda.	102
Figura 18. Flujograma del proceso de inspección.	109
Figura 19. Diagrama de Ishikawa del proceso.	111

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A Formulario de Estudio de tiempo (registro de observaciones).	137
Anexo B Formulario de resumen de estudio. (Después)	137
Anexo C Formulario de análisis de los estudios. (Después).	138

LISTA DE SIGLAS

BB	Big Bag
CTQ	CriticalToQuality
DOFA	Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
FIBC	Flexible IntermediateBulkcontainer
NH	Negro de Humo
OIT	Organización Internacional del Trabajo
SIPOC	Supplier, Input, Process, Output, Client
5W+2H	What, Why, Where, When, Who, How, How much.

INTRODUCCION

El Seis Sigma es una filosofía basada en la variabilidad de los procesos, aplicando metodologías que permiten optimizar la producción. Una de estas metodologías es el DMAIC, que a través de cinco fases sistematizadas orienta a la mejora de los procesos, mediante la identificación, medición y análisis de un problema para establecer propuestas de mejora, técnicas de control y mejoramiento continuo al mismo.

En el presente trabajo se aplicara la metodología DMAIC para lograr ajustar el proceso de limpieza y aglutinado de bolsas plásticas de la empresa REEX Ltda., a los requerimientos y demandas específicas de su cliente. Se dará inicio con los conceptos básicos requeridos para entender el contexto teórico donde se desenvolverá el estudio. Seguido, se expondrán las generalidades de la empresa, el medio donde se desenvuelve y el proceso de Reex Ltda., para establecer un diagnóstico inicial del entorno de la empresa y sus procesos con el objeto de entender el marco donde se produce el problema.

Posteriormente se iniciará la etapa de definición del problema, detallando cuales son las consecuencias e impactos a la empresa, determinando los objetivos y alcance del estudio. Se realizarán las mediciones para determinar el rendimiento del proceso con respecto a los requisitos del cliente, y validar así el impacto del problema, aplicando técnicas que permitirán entender el problema en toda su dimensión y prepararse para iniciar la etapa de análisis. Se establecerán hipótesis sobre las causas del problema, con el fin de identificar la causa raíz, para constituir las bases del desarrollo de ideas orientadas a eliminar dichas causas, formular medidas de eliminación y control del proceso, y finalmente proponer recomendaciones y alternativas que permitan la optimización de la operación.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un sistema logístico que defina el flujo del proceso, tiempos e indicadores, mediante la metodología DMAIC con el fin de adaptar la producción a una demanda requerida.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir los conceptos principales empleados en el estudio, a través de un marco teórico que permita establecer las bases sobre la metodología y las características de la operación a estudiar.
- Describir la evolución estratégica de empresa Reex Ltda., mediante la especificación de su historia, situación actual y visión empresarial, para comprender el avance estratégico de la empresa y sus proyecciones futuras.
- Diagnóstico del ambiente interno y externo de Reex Ltda., mediante las cinco fuerzas de Porter y el análisis DOFA, para establecer el estado actual de la organización
- Definir el contexto del problema de estudio en el proceso de limpieza de bolsas plásticas, estableciendo su alcance, limitaciones y características, para constituir las entradas principales de las fases siguientes de la metodología DMAIC

- Medir el problema de identificado en el proceso de limpieza de bolsas, a través del estudio de tiempo, capacidad y pronósticos, para comprender el cumplimiento actual del proceso con los requisitos del cliente y comprender la magnitud del problema.
- Analizar los procesos críticos de la operación en Reex Ltda., a través de diagramas de flujo y Pareto, para orientar los planes de acción a aquellos procesos prioritarios y determinar las hipótesis del caso.
- Diseñar propuestas de mejora y plan de implementación a los procesos prioritarios identificados, mediante el método de 5W + 2H, con el fin de optimizar la operación de Reex Ltda.

2. MARCO TEORICO

El presente capítulo pretende exponer las bases teóricas requeridas para entender el contexto metodológico empleado en el siguiente estudio. A continuación se definirán los conceptos tales como la metodología Seis Sigma, las herramientas empleadas en cada una de sus fases y la definición de los conceptos técnicos propios de la actividad económica de Reex Ltda.

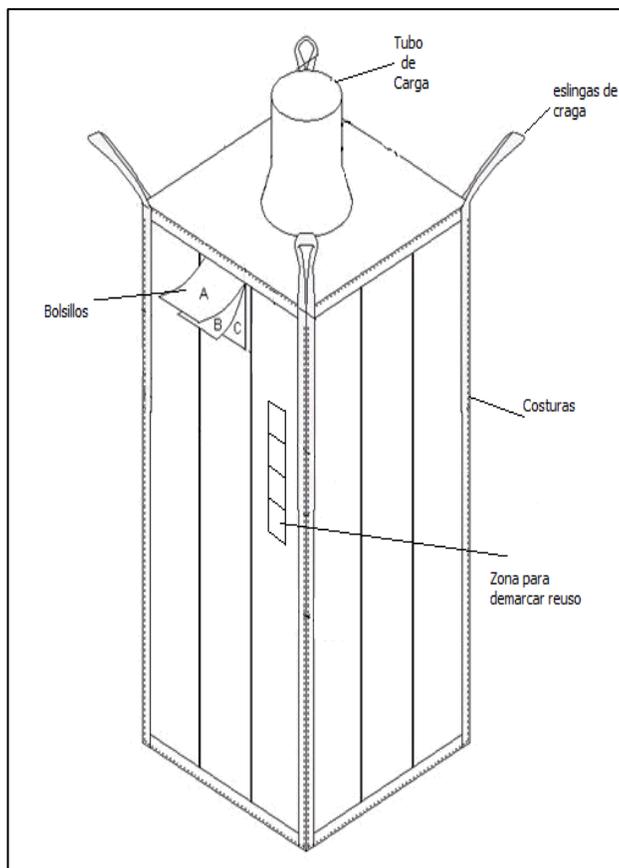
NEGRO DE HUMO: Es un elemento de carbón puro en la forma de partículas coloidales que son producidas por la combustión incompleta o la descomposición térmica de hidrocarburos líquidos o gaseosos bajo condiciones controladas. Su apariencia física es de un polvo o pellet negro finamente dividido. Es usado en neumáticos, caucho y productos plásticos, pinturas para recubrimientos y tintas que están ligados a propiedades específicas de área superficial, tamaño, estructura de partícula, conductividad y color.

FIBC: Contenedor flexible de carga, sus siglas en inglés son *Flexible Intermediate Bulk Container*. También conocido como Big Bag o Bolas Plásticas. Está elaborado en tela, no puede ser manipulado manualmente cuando es llenado, está destinado para el envío de material sólido en polvo, copos, o en forma granular. No requiere otros envases, está diseñado para ser izado por la parte superior por medio de dispositivos integrales, permanentemente conectados (bucles de elevación o correas). Las dimensiones de los FIBC son propias de los clientes, y dependen de las características de la carga a transportar, sin embargo, el peso promedio de estas bolsas es de 5-7 libras.

REUSO DEL FIBC: El costo inicial de estos contenedores de PVC de alta resistencia es elevado, por lo tanto, están diseñados para ser reutilizados muchas veces en un sistema de circuito cerrado, donde los problemas de la logística de control, la prevención de la contaminación, limpieza, y la responsabilidad por pérdida o daño puede ser acordado por el remitente y el receptor del producto. Luego de ser usado, el FIBC se puede plegar y acondicionar para su envío al usuario.

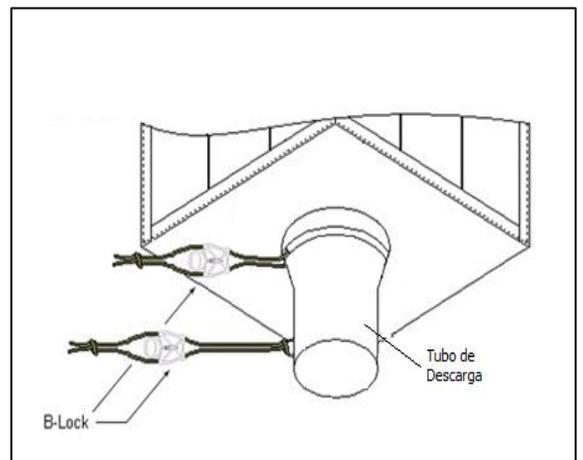
PARTES DEL FIBC: en la siguiente imagen se aprecian las partes de la bolsa.

Figura 1. Partes de un FIBC.



Fuente: Especificaciones Reex Ltda.

Figura 2. Parte inferior de un FIBC



Fuente: Especificaciones Reex Ltda.

LIMPIEZA DE FIBC: Las empresas que realizan el proceso de limpieza de FIBC establecen procedimientos específicos, con el fin de mantener la integridad del FIBC según los requisitos particulares de sus clientes y la industria a la cual pertenecen. En Colombia, la NTC 4058 establece las bases guías para el reacondicionamiento de los FIBC.

INSPECCIÓN DE FIBC DE MÚLTIPLES USOS: Antes de reutilizar los FIBC de múltiples usos, es necesario analizar la posibilidad de contaminación procedente del contenido anterior, por lo cual se debe hacer una inspección apropiada. Una persona competente debe verificar cuidadosamente que los FIBC estén libres de daños en las costuras o en las soldaduras, abrasión en la superficie, cortes, roturas o cualquier otro daño en el cuerpo principal del recipiente; se debe prestar especial atención a las correas o dispositivos de elevación y a sus uniones. Cuando se descubra daño que afecte la resistencia del FIBC, es imperativa su clasificación como material no apto para rehúso.

FALLAS QUE SE DEBEN BUSCAR AL INSPECCIONAR LOS FIBC:

- **Abrasión:** Aunque el efecto de la abrasión es variable, se debe esperar algún grado de pérdida en la resistencia. En los casos extremos, la tela sufre tanto que los hilos de la tela se rompen. En las correas de sujeción o dispositivos de elevación, las áreas localizadas de abrasión pueden ser ocasionadas por bordes afilados mientras esas correas o dispositivos permanecen bajo tensión; esto puede dar como resultado una pérdida seria en resistencia.
- **Cortes, golpes:** Los cortes, especialmente en las correas o dispositivos de elevación, pueden dar como resultado una pérdida seria en resistencia.

- Degradación por radiación ultravioleta o por ataque químico: La degradación por radiación ultravioleta o por ataque químico se manifiesta como debilitamiento, ablandamiento o fragilidad del material (a veces con decoloración) de tal modo que la superficie externa se puede raer o arrancar y, en los casos extremos, la superficie externa se puede pulverizar.
- Daño en el recubrimiento: Una elevada proporción de los FIBC se fabrican a partir de polipropileno tejido con recubrimiento, y éste puede estar en el interior o en el exterior del saco. Ahora bien, si un recubrimiento interno se daña, se debe considerar la posible contaminación del contenido causada por un nivel inaceptable de fragmentos de ese recubrimiento deteriorado; y además, si hay daño del recubrimiento interno o externo, se debe considerar la mayor posibilidad de ingreso de humedad (en especial si el contenido es higroscópico).
- Daño debido al equipo de elevación: En un FIBC puede ocurrir deformación y desgaste debido a los efectos de los anillos, los ganchos, las argollas o los eslabones giratorios. Cuando se observe daño de esa índole, en grado suficiente para afectar la resistencia del FIBC, éste se debe retirar del servicio inmediatamente

FILOSOFÍA SIX SIGMA: El término seis sigma hace referencia al objetivo de reducir los defectos hasta casi cero. Sigma es la letra griega que los estadísticos utilizan para representar la «desviación estándar de una población». Sigma o la desviación estándar, le dice cuanta variabilidad hay en un grupo de elementos. En términos estadísticos, el propósito de Seis Sigma es reducir la variación para conseguir desviaciones estándar muy pequeñas, de manera que prácticamente la totalidad de sus productos o servicios cumplan, o excedan, las expectativas de los clientes. Existen dos potenciales escenarios son usados en el proceso innovador

que expande el proceso mental para pensar fuera de los límites de una caja; ellos son el DMAIC (con siglas en inglés Define-Measure-Analyze-Improve-Control) y DFSS. El primer acrónimo inicia con Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Estos cinco elementos se enfocan en el proceso de mejoramiento, el segundo diseño, para Seis Sigma se centra en el diseño e implementación del IDOV (con siglas en inglés Identify-Design-Optimize-Verify), o bien, identificar, diseñar, optimizar y verificar.

ETAPA DEFINIR: lo primero es explicar el problema que existe y a su vez plasmar cual es el objetivo de la búsqueda de una soluciones. Para poder conseguir la mejor solución hay que tener claro cuáles son los requisitos del cliente, ese es el segundo paso a seguir, el redactar esos requisitos. Por último y no menos importante es la identificación y documentación del proceso en el que hay falencia porque no se están cumpliendo con los requisitos del cliente. En esta etapa se debe definir el problema, las consecuencias del mismo, el alcance y restricciones en la investigación y todas las justificaciones y evidencias del problema.

ETAPA MEDIR: Una parte clave de la metodología Seis Sigma es esta, porque, clarificar con datos medibles va ser un gran aporte a la búsqueda de la causa raíz. Para alcanzar esa clarificación hay que primero planificar que es lo que quiere en realidad medir, luego, obtener esos datos por medio de mediciones, es el siguiente paso a seguir. Finalmente, identificar cuáles son las posibles oportunidades de mejora.

ETAPA ANALIZAR: Para entrar a analizar, hay que tener claro los datos de apoyo para la toma de la decisión de mejora. Para luego, analizar los datos y los procesos con el fin de investigar las causas de los defectos, para esto existen tres fases: la primera es la exploración, que consiste en investigar y examinar de

diferentes formas (herramientas) los datos y procesos que fueron medidos. La segunda fase es la generación de hipótesis sobre las causas, para esto, hay que traer todo lo recolectado en la exploración para así formar ideas sobre las posibles causas de los defectos con relación a los datos y eliminar todo lo que no añade valor en los proceso. La última fase consiste en la verificación de las causas, es decir, analizar en detalle con diferentes herramientas y técnicas cuales de las causas seleccionadas en la etapa anterior son más significativas para la solución del problema.

ETAPA MEJORAR: En este momento debe de estar muy claro cuáles son esas causas raíces de los problemas. Esta etapa se divide en 5 fases muy claras: la primera es sacar y obtener una serie de ideas creativas que posiblemente puedan ser la solución. La segunda es clarificar esas ideas e identificar a que parte del problema afecta. La tercera, seleccionar una solución. Cuarta es la prueba piloto y quinta, implementación a gran escala. Las dos últimas fases tienen limitación en este proyecto, porque solo se hará una propuesta y un plan de implementación.

ETAPA CONTROLAR: Luego de proponer la implementación de mejora, también se realizara lo mismo para el control, es decir, un plan para mantener el proceso que ha sido mejorado en vigilancia. Las herramientas para proponer la implementación del control son;

Las técnicas y herramientas utilizadas en la investigación se listan a continuación.

5W+2H: es una metodología de planeación a prueba de errores y confusiones. Esta proviene de las siete palabras en ingles; what, why, how, who, where, when and how much. Esta metodología satisfacción del cliente o consumidor; las cuales se desarrollaran a fondo en el transcurso de la investigación.

Debe utilizarse planear, guiar y coordinar los esfuerzos de un equipo que busca desarrollar una mejora, que puede ser crear algo nuevo o mejorar algo existente.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO: Principio económico que establece que se debe tomar decisiones financieras y llevar a cabo acciones solo cuando los beneficios adicionales excedan los costos adicionales.

CAPACIDAD: es “la habilidad para mantener, recibir, almacenar o acomodar”. En un sentido empresarial general, suele considerarse como la cantidad de producción que un sistema es capaz de lograr durante un periodo específico de tiempo.

CAPACIDAD DE DISEÑO: Es la máxima tasa posible de producción para un proceso, dados los diseños actuales de producto, mezcla de productos, políticas de operaciones, fuerza laboral, instalaciones y equipos.

CAPACIDAD EFECTIVA: Es la mayor tasa de producción razonable que pueda lograrse.

CAPACIDAD REAL: Es la tasa de producción lograda por el proceso.

CINCO FUERZAS DE PORTER: consiste en relacionar a una empresa con su medio ambiente. La situación de la competencia en un sector industrial depende de cinco fuerzas competitivas básicas que son; la amenaza de nuevos ingresos, Amenaza de productos o servicios sustitutos, poder de negociación de los clientes, poder de negociación de los proveedores y la rivalidad entre los competidores existente.

DEMANDA: es una expresión de la intención de compra del consumidor, de su disposición de comprar. Es la cantidad de cada bien que los adquirentes están dispuesto a adquirir por unidad de tiempo y depende de muchas variables.

DEMANDA DEPENDIENTE: es la demanda de un producto o servicio causada por la demanda de otros productos o servicios.

DEMANDA INDEPENDIENTE: es la demanda que no se deriva directamente de otros productos o servicios.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES: es un diagrama en que se registran las respectivas actividades de varios objetos de estudio (operario, maquina o equipo) según una escala de tiempo común para mostrar la correlación entre ellas.

DIAGRAMA DE FLUJO: es un método para describir gráficamente la secuencia (flujo o ruta) de un proceso desde su inicio hasta su final. El diagrama de flujo suele comenzar con los insumos, muestra las transformaciones ocurridas a estos insumos y termina con el producto final.

DIAGRAMA DE PARETO: es un diagrama o análisis que facilita seleccionar al problema más importante, y al mismo tiempo, en un principio, centrarse solo en atacar su causa más relevante. Se aplica el principio de Pareto, conocida como “Ley 80-20” o “pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto de elementos generan muy poco del efecto total.

ESTUDIO DE TIEMPO: es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

MATRIZ DOFA: constituye un avance metodológico en la planeación, la cual envuelven procesos cualitativos y cuantitativos. Se define como el conjunto de fortalezas y oportunidades, debilidades y amenazas surgidas de la evaluación de

un sistema organizacional que, al clasificarse, ordenarse y compararse, generan un conjunto de estrategias alternativas factibles para el desarrollo de dicho sistema organizacional.

MEDICIÓN DEL TRABAJO: es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

PRONÓSTICO: es el conocimiento anticipado de algo, a través de métodos científicos o una simple observación. Este se puede clasificar en cuatro tipos básicos:

- **Técnicas Cualitativas:** son subjetivas o de juicio y están basadas en cálculos y opiniones.
- **El análisis de las series de tiempo:** se basa en la idea de que los datos relacionados con la demanda anterior se pueden utilizar para predecir la demanda futura. Los datos anteriores pueden incluir varios componentes, tales como tendencias, estacionalidad o influencias cíclicas.
- **La proyección causal,** supone que la demanda está relacionada con algún factor o factores subyacentes del medio (se analiza utiliza la técnica de regresión lineal).
- **Los modelos de simulación,** permiten que quien hace la proyección examine una serie de supuestos sobre la condición de la proyección.

En capítulo del Marco teórico se expusieron los conceptos de la metodología, sus herramientas, y definiciones de los conceptos técnicos propios de la operación de Reex Ltda., lo que permitió forjar las bases teóricas para entender el contexto en el que se desenvuelve la metodología y los procesos de la organización expresada a continuación.

3. EVOLUCION ESTRATEGICA DE REEX LTDA

El siguiente capítulo expondrá la evolución de la estrategia de la empresa, desde el momento de su fundación, el estado actual de sus operaciones hasta las proyecciones futuras y expectativas de crecimiento.

La Reseña histórica permitirá establecer la estrategia de inicio empleada por la empresa, para establecer un punto de comparación con respecto al estado actual de las operaciones. Se definirán los procesos, partes interesadas y recursos vigentes empleados en el año 2012 y cuáles son los propósitos de la gerencia con respecto al posicionamiento y estrategia de Reex Ltda., para años futuros.

3.1 RESEÑA HISTORICA

La empresa Reex Ltda., surgió de la necesidad identificada por un antiguo empleado de una empresa del sector petroquímico de la zona industrial mamonal de adecuar su embalaje para reutilización, por conveniencias económicas y ambientales.

En el área de logística de Cabot Colombiana, se realizaba el proceso de limpieza y restauración de los FIBCs que son utilizados para el empaque de negro de Humo, producido en las instalaciones de la planta. Este proceso era liderado por Jaime Castillo Pinto, que tras su salida de la organización le ofreció a Cabot Colombiana una propuesta que género más beneficios económicos, de espacio y recursos, que resulto siendo atractivo para la empresa y se dio el aval para la contratación del servicio, lo que estableció el punto de partida para la creación de la organización.

Reex Ltda., fue constituida formalmente en año 1981, e inicia sus operaciones en un local en arriendo dentro de la empresa “Patios de Arismendi Andrade”, en donde opero durante 2 años. Hacia 1983, se gestionaron actividades para trasladar la empresa a una zona cercana a la Zona industrial Mamonal, con el objetivo de optimizar tiempos y costos en el transporte de la mercancía. Así, Reex Ltda., continuó sus operaciones en una bodega del Barrio Bellavista, hasta el año 2007.

El aumento de las utilidades de Reex Ltda., y los ingresos generados desde sus inicios, permitieron hoy día, al Gerente y Propietario hacer una inversión al adquirir una media hectárea en la Zona Industrial Mamonal, donde está actualmente ubicada la bodega de la empresa, con un recurso humano de 4 colaboradores.

3.2 SITUACION ACTUAL

La estrategia organizacional de Reex Ltda., en el presente esta condensada en su misión, expuesta a continuación:

3.2.1 Misión.

“Reex Ltda., promueve la eco-eficiencia en las empresas, ofreciendo servicios de limpieza, restauración y/o disposición de estibas y Bolsas Plásticas, usadas por empresas del sector químico y Petro químico de Colombia, conduciendo todas sus actividades con los más altos estándares de calidad, ética y conciencia ambiental, para lograr el éxito sostenido de sus operaciones, beneficios a sus colaboradores y la satisfacción del cliente”

3.2.2 Partes Interesadas.

- **Accionistas:** El Gerente y Propietario de Reex Ltda., Jaime Castillo Pinto, es quien realiza el 100% de las inversiones de la empresa. Fue quien fundó la empresa, y es quien recibe las utilidades generadas.
- **Empleados:** Los colaboradores de Reex Ltda., en los diferentes cargos existentes en la empresa se exponen a continuación en el organigrama. Mas adelante, se presenta una matriz donde se puede identificar la formación y experiencia de cada uno de los empleados.
- **Clientes:** Reex Ltda., maneja un cliente único, Cabot Colombiana S.A., el cual coordina la entrega de las bolsas desde las diferentes locaciones de sus clientes. Cabot Colombiana S.A., entrega su producto en las bolsas plásticas a clientes nacionales e internacionales, y a su vez coordina con ellos, el retorno de las bolsas a la bodega de Reex Ltda. Esta actividad es realizada directamente por Cabot Colombiana, y mantiene informado a Reex Ltda., de los diferentes envíos de material a la bodega.
- **Proveedores:** En la siguiente tabla, se relacionan todos los proveedores de los recursos utilizados en la operación de Reex Ltda.

Tabla 1. Lista de Proveedores de Reex Ltda.

	Recurso	Proveedor
Materia Prima	Bolsas Plásticas Estibas Plásticas Estibas de Madera	Cabot Colombiana S.A
	Agua	Aguas de Cartagena
	Energía	Electricaribe
Herramientas y Equipos	Vinilo Decorar Pinturas BLER	Ferretería Aldía
	Tanques Elementos de Papelería Trapos de Tela	
	Caretas	Solcec
	Porta Estibas Elevador Manual	Impofer

Fuente: Autores de la Monografía

En el caso del transporte, Reex Ltda., realiza una negociación directa con los conductores, sin haber una relación con una empresa oficial

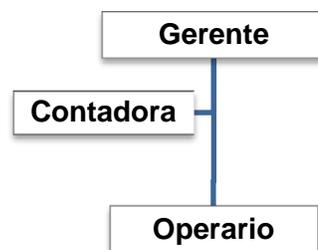
3.2.3 Servicios ofrecidos. Reex Ltda., ofrece servicios de limpieza, restauración, y aglutinado de bolsas Plásticas, Estibas Plásticas y Estibas de Madera de la Industria química y petroquímica de la zona Industrial Mamonal en Cartagena de Indias.

- *Limpieza de Bolsas Plásticas:* Limpieza integral de la bolsa, asegurando que no haya presencia de residuos de producto y etiquetado de identificación, cumpliendo con los requisitos del cliente para su reutilización.

- *Aglutinado de Bolsas Plásticas*: tritura térmica de la bolsa, logrando compactar su volumen, evitando la reutilización de la misma en cualquier proceso de almacenamiento.
- *Restauración de Estibas de Madera*: Reparación de las partes rotas de las estibas de madera, permitiendo su reutilización.
- *Aglutinamiento de Estibas Plásticas*: Tritura térmica de las estibas de plásticas, para evitar su utilización y permitir su venta como materia prima de otras industrias.

3.2.4 Recurso Humano. En el siguiente organigrama se exponen los cargos de las 6 personas que conforman actualmente el recurso humano de Reex Ltda.

Figura 3. Organigrama Reex Ltda.



Fuente: Autores de la Monografía

En la siguiente matriz de recurso humano, se expone en detalle la educación, la experiencia y la edad de los empleados que conforman el recurso humano de la organización. Cabe anotar que la selección y contratación del personal la realiza

el Gerente. No hay un perfil definido de los cargos, que exija algún nivel de estudio. El criterio de selección del personal se basa en la experiencia que hayan tenido con la manipulación del Negro de Humo, por lo que todos los empleados, han trabajado en el área de bodega de Cabot Colombiana como contratistas para el proceso de empaque y paletizado.

Tabla 2. Matriz de Recursos Humanos Reex Ltda.

Nombre	Cargo	Procesos	Ex.	Edad	Formación
Jaime Puello Pinto	Gerente	Gestión Estratégica Compras	29 Años	53	Administrador de Empresas
Jorge Luis Vital.	Operario	Producción (Aglutinado)	28 meses.	35 años	Bachiller con cursos en metalmecánica
Edwin Arroyo	Operario	Almacén Producción Empaque Despacho	10 años	42 años	Bachiller
Fray David Polo	Operario	Almacén Producción Empaque Despacho	7 años	24 años	Bachiller, Cursos de Informática Básica, Electrotermia, Mentalidad Empresarial y Ética y Valores.
Jacobo Rosales García	Operario	Almacén Producción Empaque Despacho	16 meses	56 años	Primaria.

* Exp: Experiencia Laboral

Fuente: Autores de la Monografía

3.2.5 Maquinaria y Equipos

Tabla 3. Matriz de maquinaria y equipos Reex Ltda.

	Maquinaria y Equipo					
	Aglutinadora	Elevador Manual	Porta estibas	Mesa de Trabajo	Estructura de Vaciado	Estructura de Pasaje
Cantidad (unidad)	1	1	2	2	1	1
Capacidad	90 Kg/hr	1000 Kg	2000 Kg	1bolsa/mesa	1bolsa/ciclo	200 Kg
Tiempo de uso (años)	6	1	6	6	3	5
Tipo de Material de la maquinaria	Hierro	Hierro	Hierro	Hierro	Hierro	Hierro
Mantenimiento (Mes)	6	6	N/A	N/A		

Fuente: Autores de la Monografía

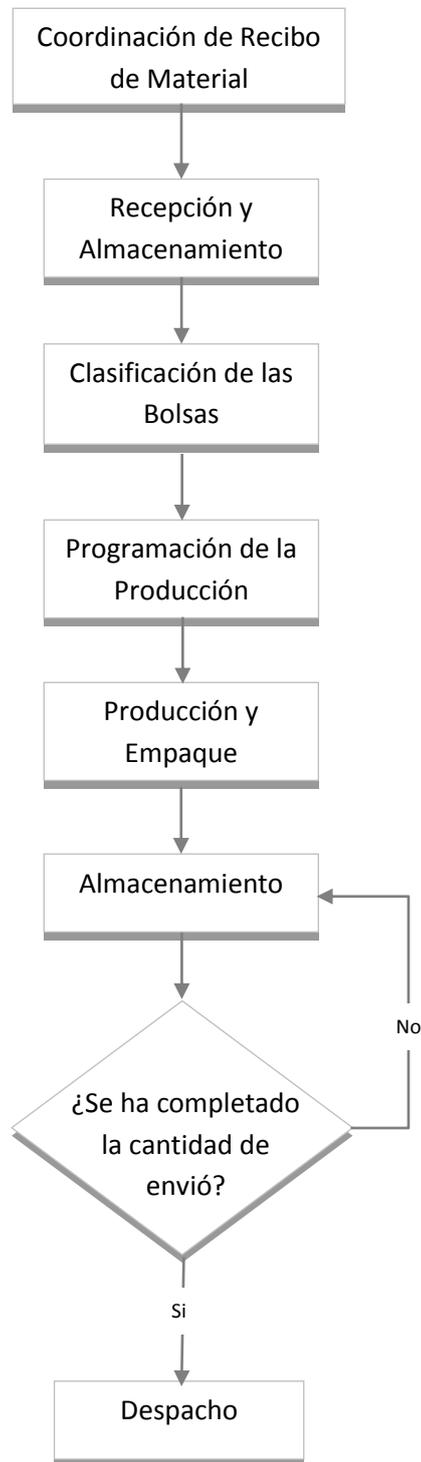
3.2.6. Proceso de Producción

3.2.6.1. Bolsas Plásticas. El proceso para el tratamiento de las bolsas plásticas, inicia con la recepción de la bolsa por parte de los clientes de Cabot Colombiana S.A., las cuales son almacenadas en la zona destinada en la bodega. La cantidad de bolsas recibidas son registradas en un tablero ubicado en la bodega, donde son clasificadas por cliente.

Posteriormente, se realiza la primera inspección a las bolsas de acuerdo a los paquetes recibidos por cliente, en orden de llegada. De tal manera, que se realiza la inspección y clasificación de las bolsas recibidas de un cliente específico, y se registra en el mismo tablero las bolsas a las cuales deben realizarse limpieza, restauración, y aglutinamiento. En ese instante, se decide cual o cuales de esas actividades se realizaran en el día, y se procede a iniciar esa operación, sin limitaciones de tiempo. La decisión de realizar cualquiera de las operaciones es tomada, una vez se culmine la operación anterior. La operación de aglutinamiento es realizada por un solo operario, todos los días desde las 4:00p.m., quien es el encargado de cuidar la bodega en el horario nocturno. El material obtenido a partir del aglutinamiento de las bolsas plásticas, es depositado en sacos, los cuales son llevados a Cabot como cliente final del proceso.

Una vez realizada la operación, ya sea limpieza o restauración de bolsas, estas son empacadas inmediatamente y almacenadas en la bodega para su posterior despacho. El transporte de las bolsas desde el sitio coordinado con el cliente hasta la bodega, y desde la bodega hasta las instalaciones del cliente final, es asumido en su totalidad por Reex Ltda.

Figura 4. Flujograma del proceso de Producción de Reex Ltda.



Fuente: Autores de la Monografía

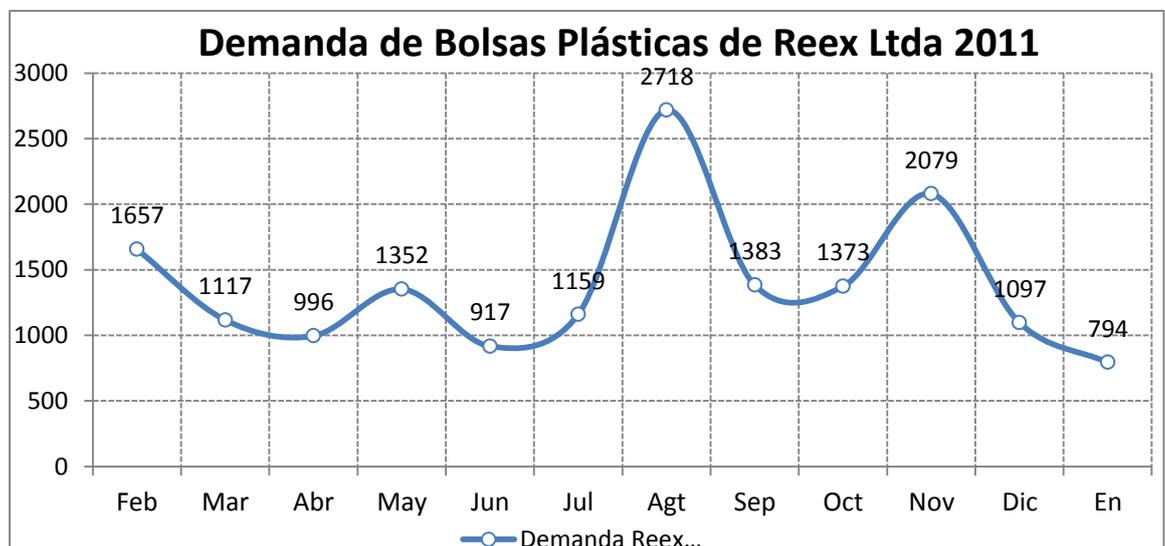
3.2.6.2. Estibas plásticas y estibas de madera. Las estibas en malas condiciones, utilizadas en el área de empaque y despacho de Cabot Colombiana S.A., son llevadas a la bodega de Reex Ltda., para su restauración.

Las estibas de madera son restauradas, reemplazando las partes que se encuentren rotas o en malas condiciones y devueltas al cliente final para su reutilización.

Las estibas plásticas no aptas para reutilización, son picadas y aglutinadas. El producto resultante de su aglutinación es llevado a Cabot Colombiana S.A.

3.2.7 Comportamiento de la demanda. En la siguiente grafica se puede apreciar el comportamiento de la demanda de Reex Ltda., en el año 2011.

Figura 5. Demanda de Bolsas Plásticas de Reex Ltda., en 2011.



Fuente: Autores de la Monografía

Se puede apreciar el comportamiento variable de la demanda de Reex Ltda., donde meses como abril y Mayo evidencian la alta variabilidad que esta presenta.

3.3 PROYECCION ESTRATEGICA

Reex Ltda., no tiene definida una visión oficial documentada, pero dentro de las proyecciones estratégicas, se encuentran los planes de implementación del sistema de gestión de Calidad y Medio Ambiente, en conformidad con las normas ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004 respectivamente, en un plazo de un año.

La ampliación de su gama de servicios y clientes. El Gerente, visiona a la empresa ofreciendo servicios a industrias diferentes al negro de humo, y dispone del compromiso y capital para expandir sus operaciones. No tiene definido un porcentaje de participación dentro de otras industrias, ni el plazo para la consecución de este objetivo, ya que requiere ingresar primero a nuevos mercados, para analizar las posibilidades de crecimiento.

En cuanto al sistema de gestión, este proyecto inicio como un requisito de Cabot Colombiana S.A., en la condición de Reex como proveedor de servicios estratégicos, y hoy día el gerente visiona este proyecto como una herramienta que le permita fortalecer sus procesos con el fin de adaptarlo a otro tipo de producción.

4. DIAGNOSTICO DEL MEDIO AMBIENTE INTERNO Y EXTERNO DE REEX

En el siguiente capítulo se establecerán las características de forma integral, del ambiente donde se desenvuelven las operaciones de Reex Ltda., definiendo cuales son las fortalezas del servicio, de la operación y de la empresa en general, que le permitirán aprovechar las oportunidades crecientes del mercado y prepararse para las amenazas del mismo, tales como la competencia y las relaciones con las partes interesadas entre otros. Así, se logrará entender cuáles son los factores dentro y fuera de la empresa, que juegan un papel importante al momento de entender el problema a trabajar en este estudio.

4.1 CINCO FUERZAS DE PORTER

A través de la herramienta de las cinco fuerzas de Porter, se explica la situación actual de la empresa Reex Ltda., con respecto a su ambiente externo definiendo su relación con los proveedores, la competencia nueva y existente, productos sustitutos y clientes.

- *Rivalidad entre empresas Competidoras:* Son muy pocas las empresas que reutilizan las bolsas plásticas para el embalaje de productos. Por esta razón en Cartagena no existe una competencia directa para Reex Ltda.
- *Entrada Potencial de Nuevos Competidores:* El proceso para la limpieza, restauración y aglutinamiento de bolsas plásticas es muy propenso aplicar en cualquier lugar de trabajo donde se disponga de personal con

experiencia en limpieza y manejo de la sustancia a limpiar. Cualquier empresa que ofrezca servicios de limpieza de instalaciones y maquinaria, podría adaptar y ampliar sus servicios a la limpieza y restauración de bolsas plásticas. Definimos como competencia potencial a Serviaseo, por ser la empresa contratista que ofrece los servicios de limpieza a Cabot Colombiana S.A., y tiene la capacidad para realizar esta actividad.

Al mismo tiempo, empresas recicladoras de material plástico, podrían ofrecer el servicio de aglutinamiento de bolsas plásticas, ya que manejan un proceso paralelo al aglutinamiento en Reex Ltda. Por estas razones, es muy alta la posibilidad de entrada de nuevos competidores al mercado.

- *Desarrollo Potencial de Productos Sustitutos:* La tendencia ecológica de la industria, incentiva la creación y desarrollo de materiales alternativos a los elementos plásticos para los procesos de embalaje. En Colombia, la empresa “Bolsas y Soluciones Paz Verde” ofrece bolsas elaboradas con materiales orgánicos, quirúrgicos y de tela, que permiten ofrecen resistencia y calidad de los niveles de las bolsas plásticas, a un menor costo y eliminando el proceso de reutilización, ya que están elaboradas de materiales que se degradan fácilmente, siendo ambiental y económicamente atractivas.
- *Poder de negociación de los proveedores:* Reex Ltda., tiene como único cliente a Cabot Colombiana S.A., quien maneja totalmente el poder en la negociación, ya que es cliente – proveedor de todo el proceso de Reex Ltda. Siendo Cabot quien programa y controla las bolsas enviadas a Reex Ltda., y consiente de que es un proceso que puede ser realizado por cualquier empresa con características similares, es quien define los términos de la negociación.

- *Poder de Negociación de los consumidores:* Por las razones expuestas en el ítem anterior, Cabot es quien fija los todos los términos de la negociación, teniendo total control en la negociación como cliente.

4.2 ANALISIS DOFA

A través del análisis DOFA se medirá la interrelación existente entre el ambiente interno y el ambiente externo de Reex Ltda., definiendo las debilidades y fortalezas de la organización frente a las oportunidades y amenazas del mercado.

El proceso de producción de Reex Ltda., no establece en ninguna de sus etapas mediciones del desempeño que permitan establecer planes de acción para el mejoramiento continuo de la operación. Los únicos controles realizados, son los de registros de material recibido, limpiado, restaurado, aglutinado y despachado, pero estos no son sometidos a evaluación. No hay control sobre los tiempos de producción de las bolsas, no se tiene definido un criterio para la programación de la producción, se clasifican las bolsas de acuerdo a la llegada. No hay una medición que permita establecer cuáles son los procesos críticos y coordinar así las actividades para obtener un alto nivel de eficacia y eficiencia en el proceso, teniendo en cuenta que Reex también ofrece servicios de restauración y aglutinado de bolsas plásticas. Estas constituyen las debilidades de la empresa.

Esta situación puede mejorar con las fortalezas de la empresa que permitirán en un futuro, lograr altos niveles de desempeño. Fortalezas tales como el gran compromiso de la gerencia con el mejoramiento de la operación y la evaluación y apoyo de proyectos y estudios que permitan optimizar su proceso.

Cabot Colombiana S.A., es el cliente – proveedor de Reex, quien define las especificaciones y procedimientos a realizar con las bolsas plásticas que le envía. Esto conlleva a que entre las partes, haya un acuerdo en el procedimiento a seguir para la limpieza, restauración y aglutinamiento de las bolsas, permitiendo tener un procedimiento estandarizado conocido por los empleados. Así mismo, la tendencia global ecológica, representa una oportunidad para Reex Ltda., debido a la creación de nuevos mercados y productos, tales como vasos plásticos, canecas, etc.

Estos proyectos y estudios están orientados a mitigar la amenaza existente de la incursión de nuevos proveedores al mercado, que como ya se había expuesto antes, la facilidad del proceso productivo permite que cualquier empresa de servicios generales de limpieza de instalaciones y equipos este en la capacidad de ofrecer este mismo servicio. Las nuevas alternativas de bolsas desechables amenazan de forma directa la operación de Reex Ltda., así como la posibilidad latente de que en cualquier momento Cabot realice el proceso de limpieza dentro de la organización, teniendo en cuenta que en años anteriores, este proceso hacia parte de las operaciones del área de logística.

Por otro lado, Reex Ltda., no maneja tiempos ni demandas definidas de bolsas. Se va despachando al cliente a medida que el producto es procesado, sin presiones de tiempos o costos. Pero existe la amenaza de que en cualquier momento Cabot requiera cantidades definidas de bolsas en tiempos establecidos, encontrándose Reex la situación de no poder controlar su producción a la demanda variable requerida por Cabot, lo que constituye la mayor amenaza y el motivo de la realización de este estudio.

A continuación, una tabla donde se condensan los aspectos de este análisis DOFA para cada entorno.

Tabla 4. Análisis DOFA Reex Ltda.

Debilidades	Oportunidades	Fortalezas	Amenazas
No hay medición del desempeño	Tendencia Nacional a la conciencia ambiental	Gran disposición de la Gerencia	Nuevos Competidores
No hay criterios para la programación de la producción	Nuevos Mercados	Estandarización de procesos	Producto sustituto: Bolsas desechables
Poca Flexibilidad del Recurso Humano			Desarrollo interno del proceso por parte del cliente Requerimientos por parte del cliente de cumplimiento de demanda

Fuente: Autores de la Monografía

En el capítulo de diagnóstico del medio ambiente interno y externo, se expusieron las diferentes situaciones a las que se enfrenta interna y externamente en su operación. Las fuertes amenazas del mercado, tal como lo es la fácil entrada de nuevos competidores a la fabricación de FIBC orgánicos no reutilizables, impulsan a la gerencia de Reex al estudio de su proceso con miras a su optimización. Esta información es fundamental para el inicio de la metodología DMAIC debido a que expresan el motivo por el cual, se inicia este proceso de reducción de los defectos en la operación.

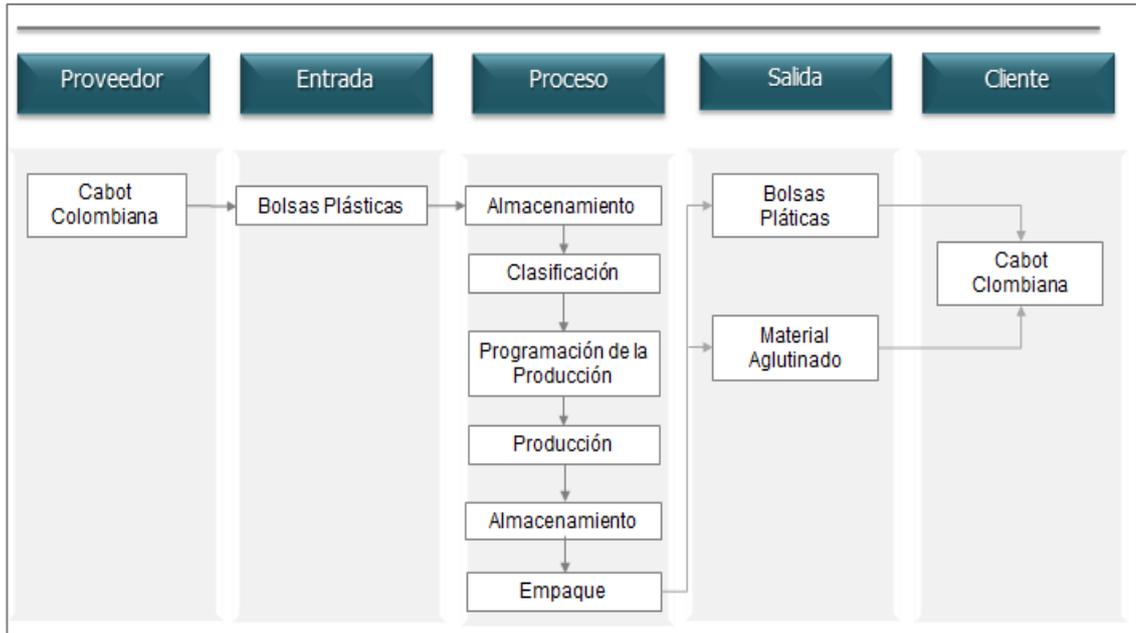
5. ETAPA DEFINIR

En la primera fase de la aplicación de la metodología DMAIC, se hará la declaración formal del problema de investigación, los síntomas de ese problema y las consecuencias para la empresa de no solucionarlo. Se definirá el objetivo deseado con el estudio DMAIC y los límites y restricciones del proyecto. Así mismo, se definirán las partes interesadas del estudio y cuáles son los requisitos del cliente, que más adelante permitirán realizar una valoración de conformidad del servicio de Reex Ltda. En este primer capítulo se pretende sentar las bases para la comprensión de todo el problema.

5.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Cabot Colombiana S.A., es cliente único del proceso de Reex Ltda., y a su vez el proveedor de la materia prima principal del mismo. Las condiciones de esta relación comercial son fijadas por Cabot, quien tiene el poder en las negociaciones. Desde el inicio de la relación entre Reex y Cabot en el año 1981 hasta el presente año 2012, no se han definido términos que regulen la cantidad de bolsas que son procesadas por Reex Ltda., por lo cual, las bolsas son entregadas a medida que son procesadas, sin presiones de tiempo. El control operacional, se ve reflejado únicamente en los registros diarios realizados por el personal, que anota en un tablero ubicado en la bodega de ReexLtda., las cantidades de bolsas que llegan, clasificando posteriormente los datos por cliente y tipo de tratamiento que se le ha de aplicar a cada bolsa, como parte de la operación de clasificación, la cual es la primera etapa del proceso de tratamiento, tal como se observa en la Figura 6.

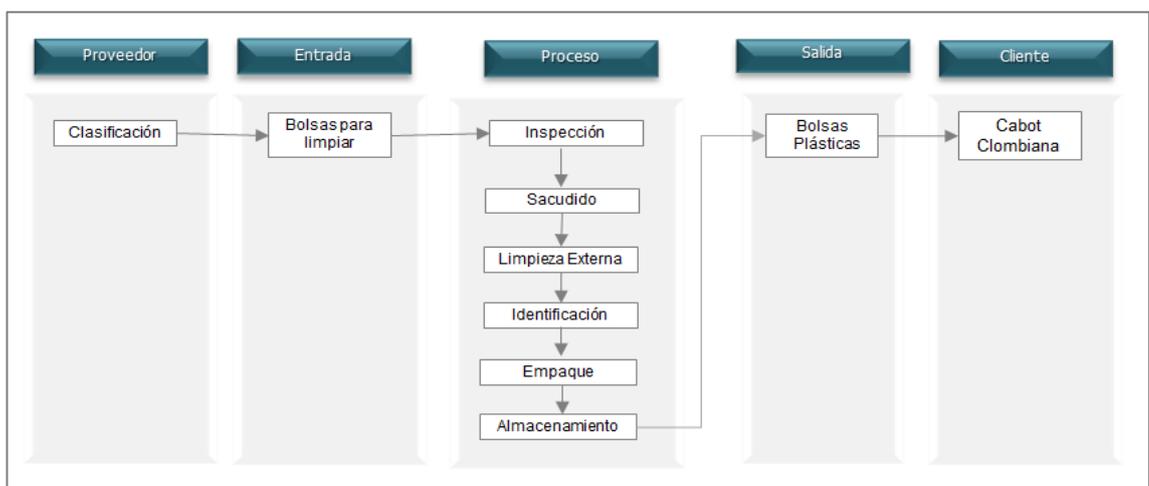
Figura 6. SIPOC General del Proceso de Producción en Reex Ltda.



Fuente: Autores de la Monografía

Los procedimientos para la limpieza y aglutinamiento son diferentes, por lo que se presume que los tiempos empleados en cada uno de ellos también lo son. Los procedimientos generales para cada una de estas actividades son los siguientes:

Figura 7. SIPOC de Limpieza de Bolsas Plásticas.



Fuente: Autores de la Monografía

Figura 8. SIPOC de Aglutinamiento de Bolsas Plásticas.

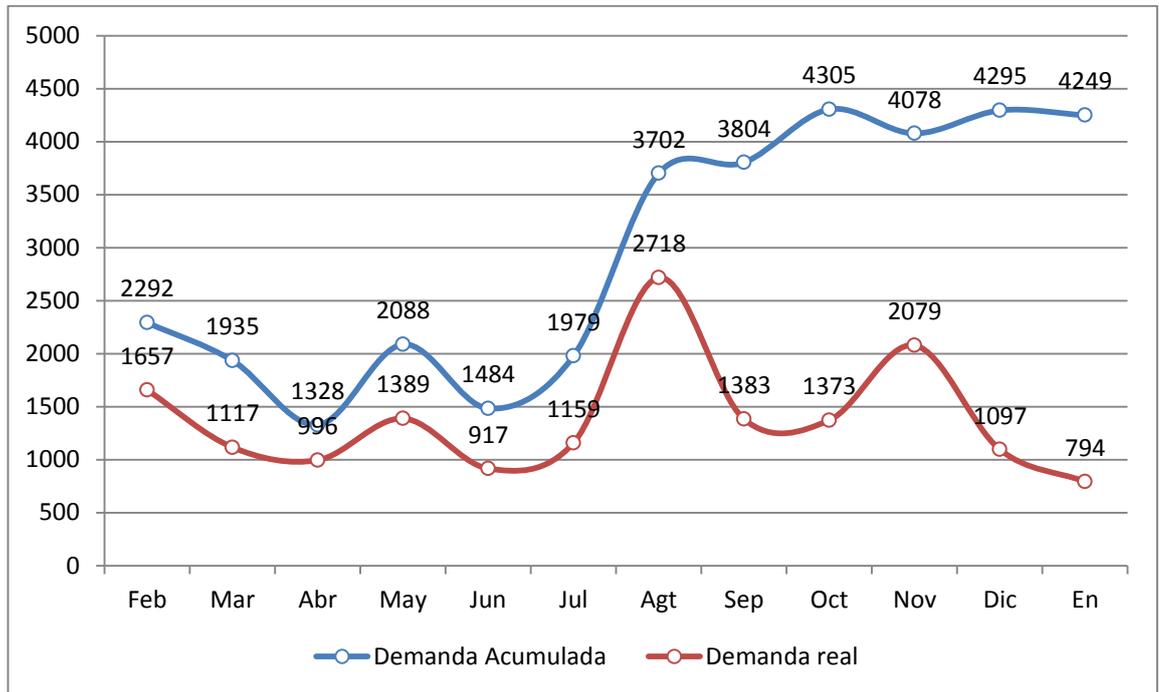


Fuente: Autores de la Monografía

Así mismo, no se mide el costo de la operación en ninguna de las etapas del proceso productivo, especialmente, no se conoce el tiempo asociado a las operaciones de limpieza, y aglutinamiento, por lo que, la gerencia de Reex Ltda., desconoce la capacidad de su operación.

Los datos históricos de la demanda y la producción de Reex Ltda., evidencian que actualmente no se procesan todas las bolsas que se reciben mensualmente, generando acumulación de bolsas para los meses posteriores. En la siguiente gráfica se relacionan la demanda real con la demanda acumulada generada por las bolsas no procesadas en los meses anteriores.

Figura 9. Demanda real de BB contra demanda acumulada 2011.

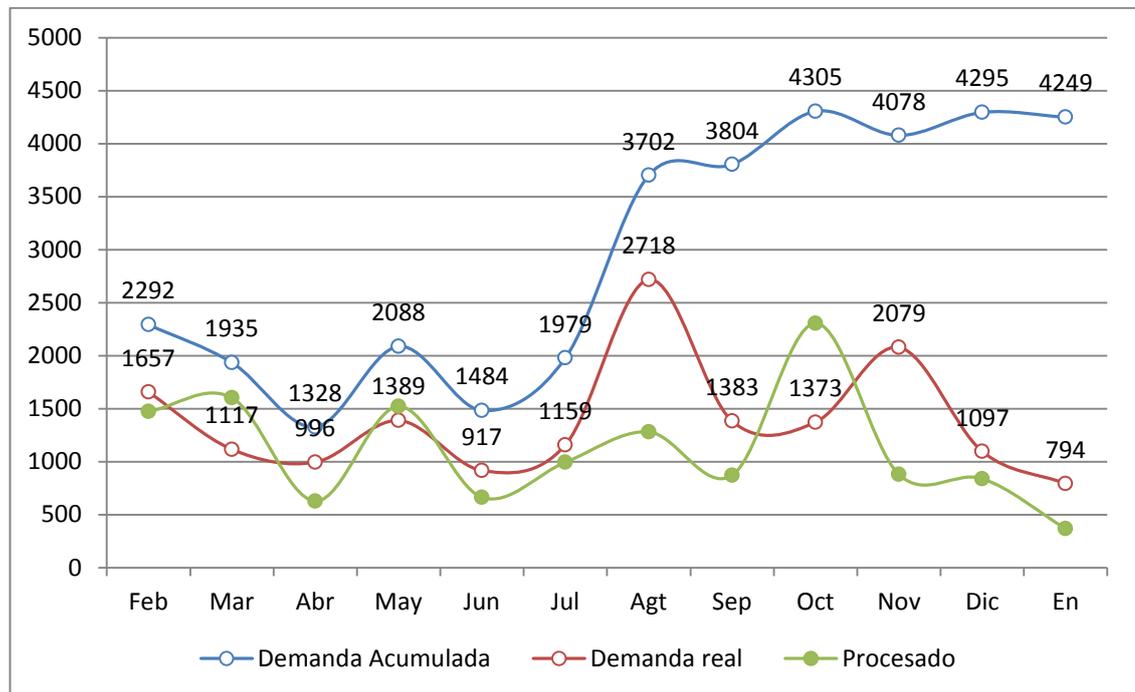


Fuente: Autores de la Monografía

A partir de la figura anterior, se demuestra que las bolsas que se acumulan para el mes siguiente, generan un aumento en el inventario de bolsas a procesar, llegando a tener en la bodega hasta cuatro veces más bolsas de la que se reciben en el mes, como es el caso de Enero de 2012.

La cantidad de bolsas entregadas mensualmente a Cabot, es inferior al número de bolsas a procesar, tal como se ve en la Figura 10, lo que contribuye también al aumento del inventario de bolsas a procesar.

Figura 10. Relación entre oferta-demanda de BB en Reex Ltda.



Fuente: Autores de la Monografía

Lo que supone que en el proceso de producción de las bolsas plásticas, se encuentran las causas que generan el alto nivel de bolsas no entregadas en el mes. El estudio de ese proceso permitirá identificar los factores que generan este problema.

Esta situación podría generar en un futuro, un colapso en la operación, ya que no se dispone de espacio para el almacenaje, y la pérdida de Cabot Colombiana como cliente, a quien no le conviene un proveedor que no responda a sus necesidades.

Las bolsas plásticas son el embalaje principal del Negro de Humo producido por Cabot, y por lo cual se convierte en un material estratégico. La disponibilidad del material en el proceso de producción de Negro de Humo por parte de Cabot Colombiana se vuelve crítica, ya que la ausencia del material representaría una parada en su producción.

La amenaza latente de Reex Ltda., es que Cabot Colombiana S.A., en cualquier momento pueda exigir cantidades específicas de material a entregar

en los periodos de tiempo pactados, y en la empresa Reex Ltda., actualmente se desconoce si se está en condiciones de reaccionar a ese cambio, lo que constituye el motivo principal por el cual se pretende estudiar el porque de tantas bolsas no entregas en el mes.

5.2 DECLARACIÓN DELOBJETIVO

Se pretende definir un sistema que ubique a Reex Ltda., en el estado óptimo de sus operaciones, permitiéndolo conocer la capacidad de su proceso y reconocer su posición frente a las condiciones cambiantes del mercado.

5.3 ALCANCE

La metodología DMAIC tiene cinco fases que permiten definir el problema, medir las variables y factores que permitan posteriormente analizar y plantear hipótesis, con el fin de identificar oportunidades de mejora, que establezcan las bases para la creación del modelo que permita mejorar el proceso, realizar control y seguimiento a ese modelo para medir su efectividad, e identificar finalmente correcciones al modelo que contribuyan a la mejora continua del sistema para su mantenimiento, seguimiento y control.

En el presente estudio no se implementará un modelo prototipo. La fase final, comprenderá las propuestas de mejora al proceso, y las medidas de control sugeridas, para medir la efectividad de esas propuestas, a través de la metodología 5w+2h.

5.4 PARTES INTERESADAS DEL ESTUDIO

Las partes interesadas en el desarrollo del presente estudio son las siguientes:

1. *Reex Ltda.*: Uno de los principales beneficiados con el éxito de este estudio, es la empresa donde se realiza la investigación. Los beneficios asociados a este proyecto, van desde el reconocimiento de la magnitud de un problema latente, hasta la posibilidad de optimizar sus operaciones.
2. *Estudiantes*: La culminación de esta investigación, permite a los estudiantes Yalile Matorel Silva y Fernando Pérez Barroso, optar por el título profesional de Ingeniería Industrial.
3. Universidad Tecnológica de Bolívar: El impacto generado por este estudio contribuirá a fortalecer la presencia y prestigio de los egresados de la Universidad Tecnológica de Bolívar en la industria de Cartagena, ratificando el compromiso de la universidad por preparar a sus egresados con una visión amplia de la realidad del ambiente laboral.
4. Cabot Colombiana S.A.: Teniendo en cuenta que el cliente no conoce las gestiones que se están realizando para mejorar el proceso, este es el cliente final de este estudio. Se realizan estas gestiones para incrementar su satisfacción y estar preparados para los cambios que ellos demanden.

En la siguiente tabla se puede apreciar las relaciones entre las partes interesadas y el presente proyecto.

Tabla 5. Análisis de las partes interesadas del estudio

Personas o Grupos Interesados	Relación con el Proyecto					Estrategia de Comunicación/implicación			
	Afectados por los resultados	Posee conocimientos útiles	Facilita Recursos	Tiene Capacidad de decisión	Puede influir en los resultados	Reunirse de forma regular	Invitar a las reuniones del equipo	Enviar copia del acta de reuniones	Hablar de manera informal cuando se necesite
Reex Ltda.	X	X	X	X	X	X			
Estudiantes	X	X				X			
Universidad		X	X			X			
Cabot	X	X			X				X

Fuente: Las claves Practicas del Seis Sigma, Pande.

5.5 REQUISITOS DEL CLIENTE

Los requisitos del cliente, son entregados por Cabot textualmente, como se expone a continuación.

- Asegurar que no presente ningún tipo de perforación o parchado que comprometa la resistencia del FIBC.
- Los tubos de carga y descarga estarán provistos de un cordón o cinta de polipropileno o nylon para su atado.
- Correas para alzado y movimiento libres de cualquier rasgado o re costura que pueda alterar su resistencia a la carga y/o tensión
- Las costuras serán tales que no permitan la fuga de producto por las perforaciones. Preferiblemente con costura los contornos.

- El Big Bag poseerá dos bolsillos nuevos de material plástico transparente para colocar la documentación con los datos descarga.
- El Big Bag debe entregarse libre de códigos que puedan confundir al usuario acerca de qué grado de negro de humo tiene en su interior. Cabot Colombiana controla el número de reúsos que se le da a cada Big Bag para tal fin, el proveedor debe entregar el BB usado con una marca al costado del BB que indique el número de reúsos que se le está dando.
- Presentación: Los Big bags serán entregados doblados en las partes necesarias para que los paquetes contengan un mínimo de 15 unidades cada uno y hasta 100 unidades por paquete como máximo, recubiertos con polietileno para su preservación contra la suciedad. Todos los BB de un mismo paquete deben presentar un mismo número de revisión.
- Tubos de Descarga: los Big bags serán entregados con el tubo de descarga correctamente asegurado con doble atadura, que impida la pérdida del producto durante el proceso de llenado y en su posterior transporte.

5.6 DEFINICIÓN DETALLADA DEL PROCESO

En la definición del problema, se pudieron apreciar los diagramas SIPOC de limpieza, y aglutinado, donde reciben ambos, de la operación de clasificación, las entradas específicas para cada operación. Convirtiéndose necesario entender la complejidad y detalle de este proceso con el fin de percibir el problema en todas sus dimensiones, ya que esta operación en particular tiene dos salidas fundamentales con son el inicio de todo el proceso.

En el Curso grama analítico, a continuación, se define paso a paso las tareas de la operación de clasificación y el tiempo empleado en cada uno de ellos.

Tabla 6. Curso grama Analítico de la operación de Inspección.

Curso grama analítico		Operario/Equipo						
Diagrama núm.: 1 Hoja núm. 1 de 2		Resumen						
Objetos: Bolsas plásticas y porta estibas.		Actividad	Actual	Propuesta				
Actividad: Inspeccionar un paquete de 20 bolsas plásticas. Método: Actual. Lugar: Bodega de Reex LTDA.		Operación.	46	—	—			
		Transporte.	6	—	—			
		Espera.	6					
		Inspección.	20					
		Almacenamiento.	1					
Operario: Edwin Arroyo		Distancia (m)	71	—				
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Símbolos					Observaciones
			○	➡	D	□	▽	
Bolsa en almacén								
Tomar las bolsas del almacén con la porta	20	1		•				
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		•					
Inspeccionar la bolsa						•		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			•					
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		•					
Inspeccionar la bolsa						•		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			•					
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		•					
Inspeccionar la bolsa						•		
Doblar bolsa			•					
Transportar bolsa según su clasificación		10		•	•			Depósito de Picado.
Anotar en el tablero de control esa clasificación.			•					Bolsa con roturas.
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		•					
Inspeccionar la bolsa						•		
Doblar bolsa			•					
Transportar bolsa según su clasificación		10		•	•			Depósito de Picado.

Tabla 6. Curso grama Analítico de la operación de Inspección. (Continuación)

Transportar bolsa según su clasificación		10		.	.			Deposito de Picado.
Anotar en el tablero de control esa clasificación.			.					Bolsa con fatiga.
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.					
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.					
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa			.					
Transportar bolsa según su clasificación		10		.	.			Deposito de Picado.
Anotar en el tablero de control esa clasificación.			.					Bolsa con fatiga
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa			.					
Transportar bolsa según su clasificación		20		.	.			Deposito parches (OQ)
Anotar en el tablero de control esa clasificación.			.					Bolsa con rotura pequeña (OQ).

Tabla 6. Curso grama Analítico de la operación de Inspección. (Continuación)

Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Símbolos					Observaciones
			○	⇒	D	□	▽	
Anotar en el tablero de control esa clasificación.			.					Bolsa con rotura pequeña (OQ).
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.					
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.					
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.					
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.					
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa			.					
Transportar bolsa según su clasificación		20		.	.			Deposito parches (OQ)
Anotar en el tablero de control esa clasificación.			.					Bolsa con rotura pequeña (OQ).
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.					

Tabla 6. Curso grama Analítico de la operación de Inspección. (Continuación)

Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Símbolos					Observaciones
			○	➡	D	□	▽	
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.					
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.					
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.					
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.					
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.					
Anotar en el tablero de control esa clasificación.			.					Apuntar número de bolsas

Fuente: Autores de la Monografía

6. ETAPA MEDIR

En el siguiente capítulo, se dará inicio a la segunda etapa de la metodología DMAIC. En esta etapa se harán las mediciones de las características del defecto a medir y se hará la recolección de los datos históricos de la empresa. Se realizara un estudio de tiempo del proceso previo, para tener la información necesaria para el cálculo de la capacidad del proceso.

Seguidamente, se hará el cálculo de la demanda potencial de Reex Ltda., a través del cálculo de pronósticos que nos permitirá que tan cerque esta Reex de cumplir con la demanda futura. Toda la información recolectada dará inicio a la etapa de análisis.

6.1 SISTEMA DE MEDICIÓN

Este proyecto tiene como propósito plantear mejoras que contribuyan a cumplir con la demanda del cliente, Cabot Colombiana S.A., en un momento determinado. Para esto, medir el tiempo que demoran las Bolsas plástica en cada una de sus procesos juega un papel primordial. Para determinar los tiempos en cada una de las tareas se utilizó una técnica de medición del trabajo llamada estudio de tiempo que es una técnica empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida¹.

¹Publicado con la dirección de KANAWALY, George. Introducción al estudio del trabajo: OIT. Edición 4º. México D.F: LIMUSA, 2008, 442 p il.

Después de obtener los tiempos requeridos para ejecutar cada una de las tareas realizadas a las bolsas plásticas, se procede al estudio de la capacidad efectiva y teórica del proceso, que luego de ser determinada se compara con las posibles demandas futuras. La obtención de la demanda futura se calculara por medio de las demandas históricas que han sido suministradas por el gerente de Reex Ltda., aplicando técnicas de pronósticos de demanda.

6.2 PLAN DE MUESTREO.

El número de bolsas plásticas no entregadas en el mes, se calculara al final del mes de enero del 2012 resultado de la resta de la demanda dada en ese mes y las bolsas entregadas en el mismo por parte de Reex Ltda.

Respecto al estudio de tiempo, no es correcto capturar un número de observaciones al azar, la idea es tomar un número que en realidad sea representativo para el estudio. Para determinar este número se acudirá a un método estadístico,² donde se tomarán un número de observaciones preliminares (n'), que para nuestro caso será de 5 y luego aplicar la formula siguiente para un nivel de confianza de 95,45% y un margen de error de $\pm 5\%$.

$$n = \frac{40 \frac{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{n'}}{x}$$

Siendo:

n = tamaño de la muestra que deseamos determinar;

n' = número de observaciones del estudio preliminar;

Σ = suma de valores;

x = valor de las observaciones

²Publicado con la dirección de KANAWALY, George. Introducción al estudio del trabajo: OIT. Edición 4º. México D.F: LIMUSA, 2008, 442 p il.

Para determinar el pronóstico de la demanda el plan de muestreo u obtención de los datos se realiza de la misma manera como se obtuvo el número de bolsas plásticas no entregadas al mes, es decir, son datos históricos del comportamiento de la demanda de enero 2011 a enero 2012.

6.3 DEFINICIÓN DE LA MEDIDA.

La intención de definir la medida es para asegurar de que toda persona que trabaje en este proyecto lo haga de la misma manera y que haya claridad con respecto a lo que intenta medir, lo que no es la medida, definición básica de la medida y como tomar las medidas.

Tabla 7. Definición operativa de la medida.

Definición operativa	
Elementos	Definición
Lo que intenta medir	Cantidad de bolsas plásticas no entregadas en el mes.
Lo que no es la medida	Actividades independientes al proceso de limpieza y aglutinado de bolsas. Estibas plásticas y de madera.
Definición básica de la medida	Se entiende como bolsas plásticas no entregadas al cliente, a la cantidad de bolsas demandadas en determinado mes y no entregadas en el mismo.

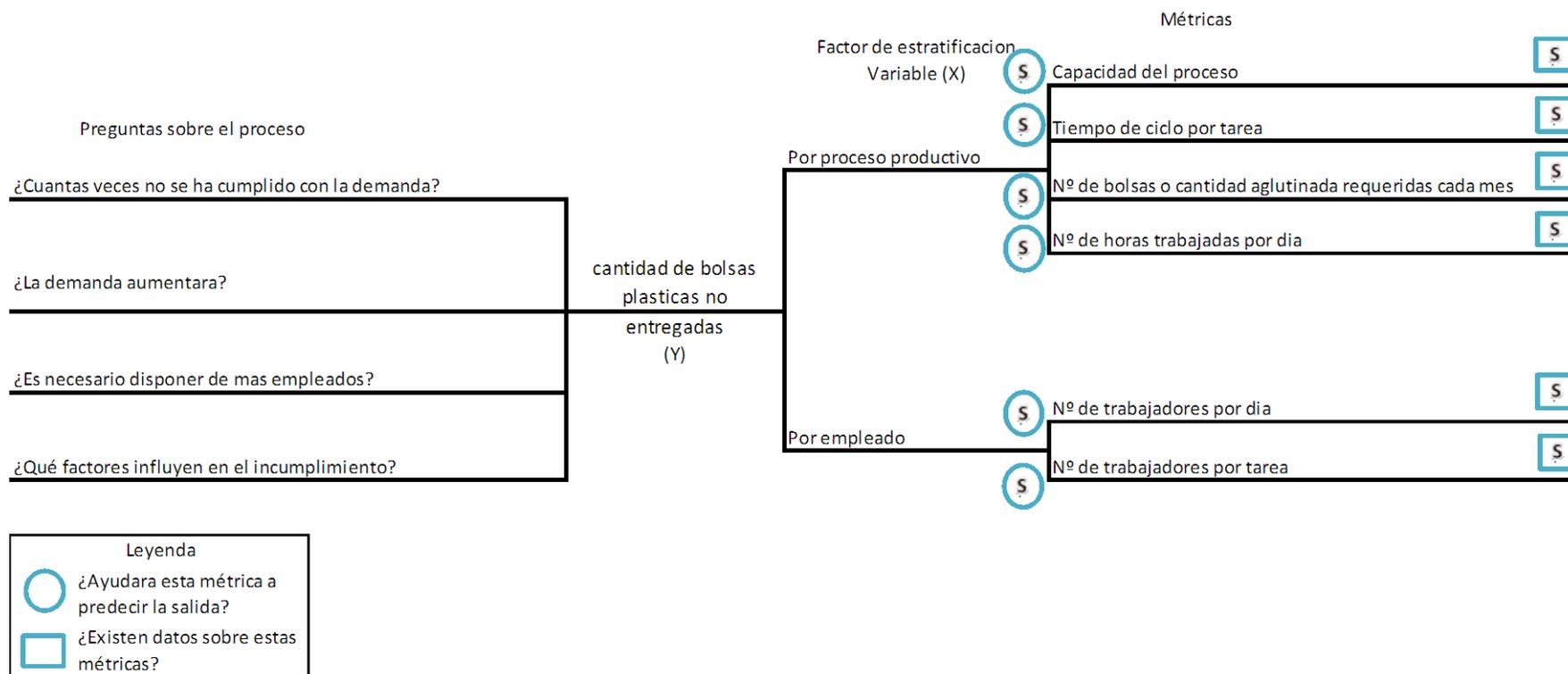
<p>Como tomar las medidas.</p>	<p>La cantidad no entregada se tomara a través de datos históricos dados por la empresa donde explican la cantidad que requiere el cliente y la que se entrega en</p> <p>El mes. Para evaluar o buscar el porqué, se mide lo siguiente:</p> <p>El tiempo de ciclo por tarea, se calculara a través de una técnica de medición del trabajo, llamada estudio de tiempo, esta consiste en cronometrar los tiempos de los elementos de cada tarea claramente definidas, para analizar los datos y así determinar el tiempo de ejecución de dichas tarea.</p> <p>Tiempo de ciclo por tarea, son los minutos básico de cada elemento por la frecuencia en cada ciclo, mas los suplementos por descanso y fatiga.</p> <p>El cálculo de la capacidad teórica, efectiva y real, se obtendrá a partir de los datos obtenidos en el estudio de tiempo, además de estos se tendrán en cuenta los tiempos de trabajo, mantenimiento preventivo, ausentismos entre otros.</p> <p>Capacidad teórica, es la máxima tasa posible de producción para un proceso.</p> <p>Capacidad real, es la tasa de producción lograda por el proceso.</p> <p>Capacidad efectiva, es la mayor tasa de producción razonable que puede lograrse.</p> <p>Pronostico de la demanda, es igual a un promedio de demandas históricas de Reex Ltda.</p>
--------------------------------	---

Fuente: Las claves prácticas del Seis Sigma, Pande.

A continuación se aplicara la herramienta de Árbol CTQ para identificar las medidas relacionadas con el requisito del cliente, en esta etapa de definición operativa.

Al realizar el Árbol CTQ de evolución de medidas se identificaron las variables que influyen al incumplimiento de la demanda requerida por parte del cliente (las variables X). También se describe los datos que se pueden recoger y son capaces de responder a muchas de las preguntas que salen a la luz debido al defecto señalado como variable y por último y más relevante son los círculos y cuadrados, que nos dice cuáles son las causas que se pueden analizar (“S” = si y “N” = no).

Figura 11. Árbol CTQ para la evolución de medidas.



Fuente: Las claves prácticas del Seis Sigma, Pande.

6.4 PROCESO DE MUESTREO

Conocido el plan de muestreo para capturar el número de bolsas No entregadas en el mes; a continuación se aplica una herramienta que ayuda a decidir cuantos datos serán suficientes para obtener conclusiones válidas. Esta es la hoja de muestreo de datos continuos o discretos de un proceso.

Tabla 8. Muestreo de procesos, datos continuos y discretos.

Hoja de trabajo para el muestreo de procesos, datos continuos o discretos
1. Desarrolle un perfil inicial de los datos.
A. ¿Qué se está contando ("la unidad")?
Bolsas
B. ¿Cuántas unidades se procesan?
Por la forma de realizar la planeación de producción de Reex Ltda., que se basa en entregar a tiempo el mayor número de bolsas plásticas al cliente, es casi imposible establecer una cantidad procesada exacta diaria o semanal. Entonces, la única forma de dictaminar la cantidad procesada es en el cierre de mes, aunque no se obtenga una cifra exacta cada mes.
C. ¿Cuál es la medida?
Bolsas no entregadas
D. ¿Es ____ continua? ¿X discreta?
E. ¿Qué proporción de unidades estima que contiene la característica que se está contando?
Debido a la forma de planear la producción en Reex Ltda. No existe un número exacto de unidades no entregadas por mes. Esta variabilidad se evidencia en los datos históricos y solo se aprecia que hay un aumento considerable en

cada mes.
F. ¿Cuántos ciclos se producen por día o semana?
No tienen número de ciclos definidos por día, semana o mes
2. Seleccione el tamaño de los subgrupos y la frecuencia de muestreo.
Debido a que no se tiene un registro de unidades procesada al día ni a la semana se realizara un muestreo de forma mensual. El tamaño de muestra obtenido es 12, esta es determinada por conveniencia o porque los datos históricos capturados son limitados. La estrategia de muestreo es netamente histórica, es decir se trabajara con datos obtenidos en el pasado.

Fuente: Las claves prácticas del Seis Sigma, Pande.

6.5 CALCULO DE NIVEL SIGMA

Calcular el nivel sigma de un proceso es encontrar los fallos en el cumplimiento de los requisitos del cliente, es decir definir los defectos del proceso. Luego, se deben localizar los sitios donde está fallando el proceso, en otras palabras la oportunidad de defecto. Ahora se calculara el comportamiento del proceso o nivel sigma por medio de la hoja de trabajo para el cálculo de sigma.

Tabla 9. Calculo del Sigma

Hoja de trabajo para el cálculo de Sigma
Las etapas que siguen utilizan el método basado en el número de defectos que se producen al final de un proceso (o que generalmente se llama "Sigma del proceso").
Etapas 1. Seleccione el proceso, la unidad y los requisitos.
Identifique el proceso a evaluar: Proceso de limpieza y aglutinado de bolsas plásticas.

¿Qué es lo "principal" que produce el proceso? Bolsas limpias y aglutinadas.
¿Cuáles son los requisitos de cliente clave para la unidad?
El requisito clave es tener listas el número de bolsas limpias y aglutinadas solicitadas para determinado mes por el cliente.
Etapa 2. Defina los "defectos" y el número de oportunidades".
Basándose en los requisitos señalados anteriormente, el defectos de una sola unidad es que no se entregue (retraso) en el mes que se requiera.
¿Cuántos defectos pueden hallarse en una sola unidad?
El defecto es la no entrega de bolsa en el mes requerido y si se entrega las oportunidades de defecto es que se haya fallado en alguno de los procesos; inspección, sacudido, limpieza, picado, aglutinado.
Etapa 3. Reúna los datos y calcule el índice DPMO (defectos por millón de oportunidades).
Después de reunido los datos del final del proceso del mes de enero de 2012, los resultados fueron los siguientes; 794 bolsas requeridas en el mes, con un total de 425 unidades defectuosas.
Determine el total de oportunidades de los datos reunidos:
Número de unidades contabilizadas x oportunidades=794 x 5 = 3970 total de oportunidades.
Calcule los defectos por millón de oportunidades:
(Número de defectos contabilizados/total de oportunidades) x 10 ⁶ = 107053 DPMO.
Etapa 4. Convierta DPMO en Sigma.
Utilice la tabla de conversión simplificada(ver anexo---) e interpolando los valores se obtuvo lo siguiente: 2,74 σ .

Fuente: Las claves prácticas del Seis Sigma, Pande.

El nivel sigma obtenido representa el número de defectos que se espera si se tuviera un millón de oportunidades (DPMO). El nivel sigma dio como resultado

2.74 σ , igualmente como se obtuvo este resultado (Tabla de conversión simplificada) se pudo obtener el rendimiento del proceso que es del 89.3%, un porcentaje que evidencia que existe un problema en el proceso de Reex Ltda., y necesita ser analizado.

El propósito de calcular el nivel sigma y el rendimiento del proceso no es solo para decir que la empresa está mal o bien, la idea es realizar un análisis y establecer una mejora. Los datos hallados servirán para establecer un punto de comparación entre la situación actual y la que se espera al implementar la mejora. Se aclara que por motivos de alcance del proyecto esta comparación no se efectuara pero todos estos datos se le facilitaran a la empresa para que en el momento de la implementación del plan de mejora puedan verificar cuanto se ha mejorado.

6.6 CALCULO DEL RENDIMIENTO DEL SISTEMA

En orden de calcular el rendimiento del sistema con respecto a los requisitos del cliente, es necesario realizar previamente un estudio de tiempo que permita calcular los tiempos asociados a cada una de las actividades, lo que constituiría la entrada principal para el cálculo de la capacidad requerida en esta fase.

6.6.1 Estudio de tiempo

El estudio de tiempo es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una

norma de ejecución preestablecida³. Para la realización del estudio de tiempo en Reex LTDA se dividió esta técnica de medición del trabajo en 3 etapas; antes, durante y después.

6.6.1.1 Antes. En esta etapa se muestra todo lo que se necesita antes de la realización de un estudio de tiempo. Para que un especialista pueda desarrollar un excelente estudio debe prepararse para eso. La preparación consiste en tener; los materiales, formularios, información, observar los procesos o actividades a estudiar y conocer a los trabajadores. Todo esto y más se describen en esta etapa.

- Material fundamental.

En un estudio de tiempo, la persona encargada de su ejecución debe preparar antes de iniciar 3 materiales fundamentales para así obtener un buen desarrollo en el estudio. Los materiales son los siguientes:

Cronometro. Para el estudio de tiempo existen dos procedimientos para tomar el tiempo con cronometro; el acumulativo y con vuelta a cero, para este estudio se utilizara el segundo. En este los tiempos se toman de la siguiente manera: al terminar cada elemento se vuelve a cero y se pone nuevamente en marcha para el siguiente elemento, sin que se detenga el mecanismo en ningún momento.

Tablero de observaciones. Es un instrumento de gran ayuda al momento de realizar un estudio de tiempo. Este sirve para fijar los formularios donde se anotan las observaciones, dándole así una mayor libertad a las manos de la persona que realiza el estudio. El tablero es rígido (plástico) y de un tamaño mayor a los formularios.

³Publicado con la dirección de KANAWALY, George. Introducción al estudio del trabajo: OIT. Edición 4º. México D.F: LIMUSA, 2008, 442 p il.

Formularios de estudio de tiempos. En todo estudio de tiempo se deben registrar una serie de datos. Para que estos datos estén ordenados y puedan tener una mayor utilidad se deben utilizar formularios. En el estudio de tiempo a realizar se tendrá 2 tipos de formularios; uno para registrar las observaciones y otros para después. ⁴Véase los formularios en los Anexos A y B.

- Selección del trabajo.

Todo estudio de tiempo busca medir determinado trabajo de una empresa. Pero para realizar dicha medición debe existir un propósito que es debido alguna falencia observable en el proceso productivo. El motivo de la ejecución de esta medición es porque Reex LTDA busca adecuar su producción a una demanda requerida, esto se debe a que sus clientes en algún momento van a pedir una cantidad X de BIGBAGS y como está desarrollando la producción no va a poder cumplir. Reex LTDA quiere investigar de manera anticipada cuanta demanda puede cubrir con los recursos existentes.

El estudio de tiempo ayudara a disminuir los tiempos improductivos del proceso, establecer los tiempos tipos y a su vez identificar la capacidad para cada operación o tarea e indicar cuáles son los suplementos que se deben tener en cuenta para que el trabajador se reponga de los efectos fisiológicos y psicológicos.

Los trabajos seleccionados para el estudio de tiempo son los siguientes:

- Inspección de los BB. El procedimiento es realizado por un trabajador en la mesa de trabajo que a su vez utiliza elevador manual y un cuchillo.
- Sacudido de los BB. Es un proceso que involucra a 2 trabajadores que ejecutan esta labor en una Estructura donde se cuelga la bolsa y se sacude. Para dicha labor se utiliza, tanque y Elevador manual.

⁴Publicado con la dirección de KANAWALY, George. Introducción al estudio del trabajo: OIT. Edición 4^o. México D.F: LIMUSA, 2008, 442 p il.

- Limpieza de los BIGBAGS. La operación se realiza en la mesa de trabajo por 2 trabajadores. Sus implementos y equipos son cuchillo, trapo, vinilo y una porta estibas.
- Picado de BIGBAGS. Esta labor solo requiere de un trabajador y se realiza en la mesa de trabajo. Se debe utilizar un cuchillo afilado y unas bolsas plásticas llamadas MINIBAGS para empacar.
- **Selección del trabajador.**

La selección del trabajador radica en elegir a las personas calificadas para la ejecución de una operación. ⁵Un trabajador calificado es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad. Para esta selección se tuvo en cuenta información suministrada por el gerente (dueño de la empresa), es decir, jugó un papel muy importante la experiencia. Para verificar que la experiencia era un factor determinante para la selección, se observó por varios días a los trabajadores dando como resultado que la experiencia es un factor clave para esta selección.

Se debe aclarar que en Reex LTDA tienen solo 4 trabajadores que intervienen en el procedimiento operativo de los BIGBAGS lo que facilita aun más la selección del trabajador calificado. A continuación se lista las tareas con sus respectivos trabajadores calificados:

⁵Publicado con la dirección de KANAWALY, George. Introducción al estudio del trabajo: OIT. Edición 4^o. México D.F: LIMUSA, 2008, 442 p il.

Tabla 10. Trabajadores calificados de Reex Ltda.

Reex LTDA	
Tareas	Trabajadores calificados
Inspección de los BIGBAGS.	Edwin Arroyo
Sacudido de los BIGBAGS.	Fray David Polo y Jacobo Rosales
Limpieza de los BIGBAG.	Edwin Arroyo y José Luis Vital
Picado de los BIGBAGS.	José Luis Vital

Fuente: Autores de la Monografía

Obtener y registrar información.

Antes de ejecutar el estudio de tiempo se debe registrar cierta información pero teniendo en cuenta que Reex LTDA es una empresa que tiene una producción por proceso, el estudio de tiempo de cada tarea se hará por separado queriendo decir con esto que para cada una varía la información que a continuación se describe:

Información básica para todas las tareas.

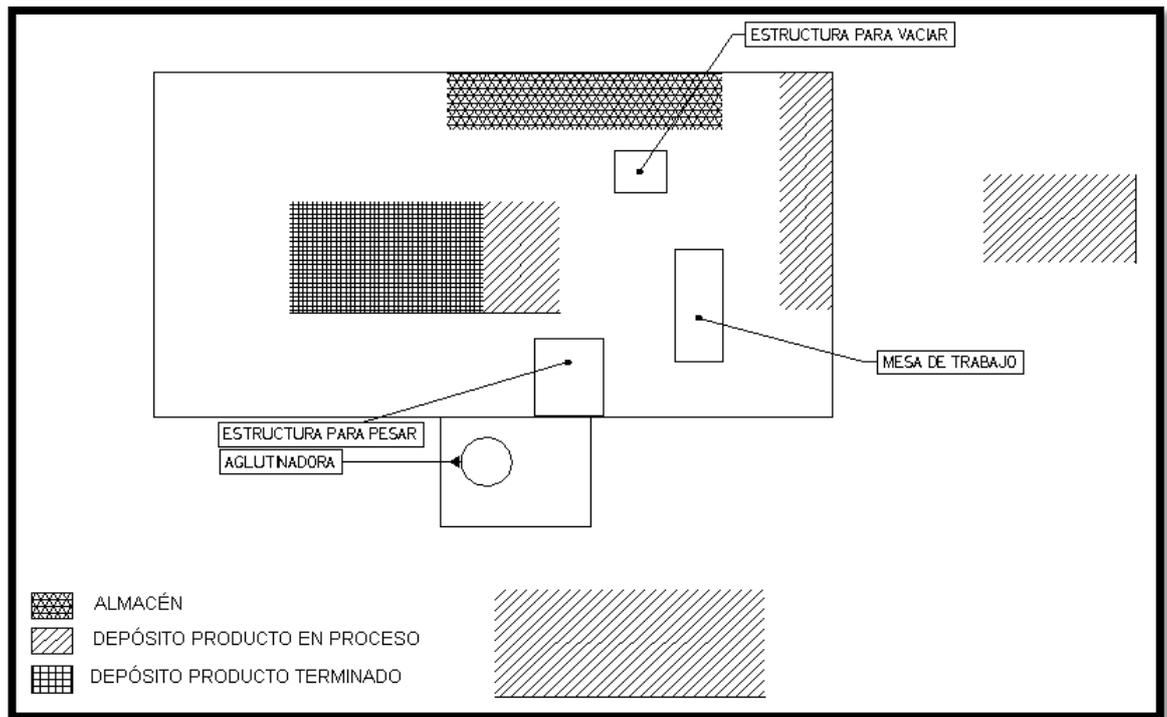
- Nombre de la persona que aprueba el estudio: Jaime Castillo Pinto
- Nombre del producto: BIGBAGS.
- Lugar: Bodega de Reex LTDA
- Temperatura: 35 grados.
- Iluminación: Apropiaada.

Figura 12. Información para cada una de las actividades del estudio de tiempo.

Información	Actividad			
	Inspección del BIGBAGS	Sacudido del BIGBAGS	Limpieza del BIGBAGS	Picado del BIGBAGS
Número del estudio	001	002	003	004
Fecha del estudio	22/02/2012	29/02/2012	29/02/2012	15/03/2012
Descripción de la operación	Inspección de los BIGBAGS.	Sacudido de los BIGBAGS	Limpieza de los BIGBAGS	Picado de los BIGBAGS
Nombre del operario	Edwin Arroyo	Fray David Polo y Jacobo Rosales	Edwin Arroyo y Jose Luis Vital	Jose Luis Vital
Herramientas y equipos	Meza de trabajo, Porta estibas y cuchillo.	Estructura del vaciado, Elevador manual y tanque.	Meza de Trabajo, cuchillo, trapo, Porta estibas y vinilo.	Meza de Trabajo y cuchillo.

Fuente: Las claves prácticas del Seis Sigma, Pande.

Figura 13. Croquis de la Bodega de Reex Ltda.



Fuente: Las claves prácticas del Seis Sigma, Pande.

Descomposición de las tareas.

Ahora ese método o procedimiento de cada una de las tareas descritas se deben descomponer en elementos. Este se define como ⁶la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis. Existen varios tipos de elementos posibles dentro de una tarea, estos son;

- Elementos repetitivos son los que reaparecen en cada ciclo de trabajo estudiado.
- Elementos casuales son los que no aparecen en cada ciclo de trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares.
- Elementos manuales son los que realiza el trabajador.
- Elementos variables son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución cambia según ciertas características del producto, equipo o proceso, como dimensiones, peso, calidad, etc.
- Elementos constantes son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución es siempre igual.
- Elementos dominantes son los que duran más tiempos que cualquiera de los demás elementos realizados simultáneamente.
- Elementos extraños son los observados durante el estudio y que al ser analizados no resultan ser una parte necesaria del trabajo.
- Elementos mecánicos son los realizados automáticamente por una máquina a base de fuerza motriz.

Luego de comprender los tipos de elementos posibles en cualquier tarea, actividad y operación, se procede a delimitar las tareas en elementos.

⁶Publicado con la dirección de KANAWALY, George. Introducción al estudio del trabajo: OIT. Edición 4^o. México D.F: LIMUSA, 2008, 442 p il.

- **Inspección del BIGBAGS.**

- Ubicar los BigBags al lado de mesa de trabajo.
- Tomar y abrir el BigBags en la mesa de trabajo para inspeccionarlo, luego se dobla.
- Transportar BigBags a zona de espera de Estructura del vaciado (solo en buen estado).
- Aplanar los BigBags con una estiba.
- Transportar BigBags a zona de espera de OQ (con rotura pequeña) o Transportar BigBags a zona de espera de Picado y apuntar en el tablero de control, según se clasifique el BIGBAG.

Tabla 11. Clasificación de los elementos del la operación de Inspección.

Inspección del BIGBAGS								
# Elemento	Tipo de elemento							
	<i>Repetitivos</i>	<i>Casuales</i>	<i>Constantes</i>	<i>Variables</i>	<i>Manuales</i>	<i>Mecánicos</i>	<i>Dominante s</i>	<i>Extraños</i>
A		x		x	x			
B	x			x	x			
C	x			x	x			
D		x		x	x			
E		x		x	x			

Fuente: Autores de la Monografía

- **Sacudido de los BIGBAGS.**

- Colocar BigBags en Montacargas manual y elevarlo.
- Realizar las siguientes acciones al BigBags; Colgar en la estructura, ubicar tanque, sacudir, soltar, doblar y transportar a zona de espera mesa de trabajo.

- C. Aplanar BigBags con estiba (es necesario una escalera).
- D. Barrer el negro de humo e introducirlo en el Tanque.
- E. Empacar el negro de humo del tanque en una bolsa plástica.

Tabla 12. Clasificación de los elementos de la operación de Sacudido.

Sacudido de los BIGBAGS								
# Elemento	Tipo de elemento							
	Repetitivo	Casuales	Constantes	Variables	Manuales	Mecánicos	Dominantes	Extraños
A		x		x	x			
B	x			x	x			
C		x		x	x			
D		x		x	x			
E		x		x	x			

Fuente: Autores de la Monografía

- **Limpieza de los BigBags.**

- A. Tomar y limpiar BigBags con trapo, vinilo y cuchillo; inspeccionar; poner marca de utilización; cerrar salida y abrir entrada; y por ultimo doblar.
- B. Transportar BigBags a estiba # 1. (hasta completar 5 BIGBAGS). Después Transportar BigBags a estiba # 2 (hasta completar 10 BIGBAGS).
- C. Aplanar BigBags con una estiba (cada 5).
- D. Pasar los BigBags de estiba #2 a la #1.
- E. Empacar y transportar área de despacho.

Tabla 13. Clasificación de los elementos de la operación de Limpieza.

Limpieza de los BIGBAGS								
# Elemento	Tipo de elemento							
	<i>Repetitivo</i>	<i>Casuales</i>	<i>Constantes</i>	<i>Variables</i>	<i>Manuales</i>	<i>Mecánicos</i>	<i>Dominantes</i>	<i>Extraños</i>
A	x			x	x			
B	x			x	x			
C		x		x	x			
D		x		x	x			
E		x		x	x			

Fuente: Autores de la Monografía

- **Picado de BIGBAGS.**

- Ubicar los BigBags al lado de mesa de trabajo.
- Tomar el BigBags abrir totalmente y cortar en este orden; las puntas (parte superior e inferior), las esquinas y el cuerpo en 8 pedazos.
- Empacar en Minibags (en un Minibags caben hasta 4 BigBags picados).
- Transporta a depósito para Aglutinar.

Tabla 14. Clasificación de los elementos de la operación de Picado.

Picado de los BIGBAGS								
# Elemento	Tipo de elemento							
	Repetitivo	Casuales	Constantes	Variables	Manuales	Mecánicos	Dominantes	Extraños
A		x		x	x			
B	x			x	x			
C	x			x	x			
D		x		x	x			

Fuente: Autores de la Monografía

Tamaño de las muestras.

En un estudio de tiempo no se debe tomar un número de observaciones al azar, la idea es tomar un número que en realidad sea representativo para el estudio. Entonces, todo consiste en obtener el tamaño de la muestra que se debe tomar para cada elemento. Para determinar este número se acudirá a un método estadístico,⁷ donde se tiene que tomar un número de observaciones preliminares (n') y luego aplicar la fórmula siguiente para un nivel de confianza de 95,45% y un margen de error de $\pm 5\%$.

$$n = \frac{40 \sqrt{n' x^2 - x^2}}{x}^2$$

Siendo:

n = tamaño de la muestra que deseamos determinar;

n' = número de observaciones del estudio preliminar;

Σ = suma de valores;

x = valor de las observaciones

A continuación se muestra en un cuadro los resultados de los elementos de cada tarea:

⁷Publicado con la dirección de KANAWALY, George. Introducción al estudio del trabajo: OIT. Edición 4º. México D.F: LIMUSA, 2008, 442 p il.

Tabla 15. Calculo del número de muestras para el estudio de tiempo.

Inspección del BigBags					
Nº Premuestras	Elemento A (min)	Elemento B (min)	Elemento C (min)	Elemento D (min)	Elemento E (min)
1	1,83	1,47	0,08	1,28	1,15
2	1,75	1,63	0,1	1,25	1,28
3	1,97	1,75	0,12	1,12	1,12
4	1,78	1,3	0,08	1,15	1,083
5	1,87	1,33	0,1	1,25	1,2
Nº de muestras	2,80	21,32	38,89	4,33	5,50
Sacudido de los BigBags					
Nº Premuestras	Elemento A. (min)	Elemento B. (min)	Elemento C. (min)	Elemento D. (min)	Elemento E. (min)
1	1192	1,28	3,35	1,38	1,5
2	962	1,12	3,5	1,26	1,67
3	805	1,1	3,75	1,33	1,65
4	332	1,33	3,67	1,25	1,53
5	891	1,46	3,58	1,37	1,55
Nº de muestras	183,25	18,30	2,41	2,70	2,92
Limpieza de los BigBags					
Nº Premuestras	Elemento A. (min)	Elemento B. (min)	Elemento C. (min)	Elemento D. (min)	Elemento E. (min)
1	3,98	0,18	2,05	1	9,8
2	3,83	0,17	2,25	1,02	10,05
3	4,17	0,2	2,37	0,98	9,5
4	4,73	0,18	2,28	1,05	10,58
5	5,03	0,17	2,27	1,07	10,33
Nº de muestras	17,71	5,93	3,53	1,62	2,29
Picado del BigBags					
Nº Premuestras	Elemento A. (min)	Elemento B. (min)	Elemento C. (min)	Elemento D. (min)	
1	2,4	2,03	0,3	2,5	
2	2,34	2,2	0,27	2,4	
3	2,28	1,7	0,25	2,55	
4	2,4	1,73	0,3	2,52	
5	2,28	2,25	0,28	2,46	
Nº de muestras	0,84	21,56	7,35	0,70	

Fuente: Autores de la Monografía

6.6.1.2 Durante. Después de obtener todo lo necesario para preparar un estudio de tiempo, se procede a la ejecución del mismo, es decir comienza la labor de toma de tiempos de los elementos de cada tarea, se dispone a completar el formulario de estudio de tiempos. A medida que se registran los datos el especialista necesita calificar cada tiempo que toma, a esto se le conoce como valoración del ritmo de trabajo.

Valoración del ritmo de trabajo.

Cuando se ejecuta determinada tarea por parte del trabajador se debe evaluar con que ritmo se está ejecutando. Esta valoración se realiza para cada elemento delimitado en cada una de las actividades. Valorar el ritmo de trabajo es medir el desempeño del trabajador en la tarea que está ejecutando. El ideal es calificar por medio de porcentajes la velocidad o la agilidad con que realiza determinada función. Entonces el medir todo en porcentaje, se dice que el 100% es el desempeño tipo, que se define como ⁸ el rendimiento que obtienen naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que conozca el método especificado y que se los haya motivado para aplicarse.

Tabla 16. Escala de valoración del estudio.

ESCALA DE VALORACIÓN	
%	Criterios
0	Nulo
50	Muy lento
75	Lento
100	Normal
125	Rápido
150	Muy rápido

Fuente: Introducción al estudio del Trabajo, OIT.

⁸Publicado con la dirección de KANAWALY, George. Introducción al estudio del trabajo: OIT. Edición 4^o. México D.F: LIMUSA, 2008, 442 p il.

Ahora se establece para cada uno de los elementos de las actividades los rangos pertinentes para cada valoración.

Tabla 17. Rangos de Valoración para las actividades en el estudio de tiempo.

Inspección del BIGBAGS					
%	Rango (min)				
	Elemento A.	Elemento B.	Elemento C.	Elemento D.	Elemento E.
0	+3	+3	+1	+2,5	+2,5
50	3 - 2,5	3 - 2,6	1 - 0,6	2,5 - 2	2,5 - 2
75	2,5 - 2	2,6 - 2	0,6 - 0,2	2 - 1,5	2 - 1,5
100	2 - 1,8	2 - 1,2	0,2 - 0,1	1,5 - 1	1,5 - 1
125	1,8 - 1,4	1,2 - 0,8	0,1 - 0,05	1 - 0,5	1 - 0,5
150	-1,4	-0,8	-0,5	-0,5	-0,5
Sacudido de los BIGBAGS					
%	Rango (min)				
	Elemento A.	Elemento B.	Elemento C.	Elemento D.	Elemento E.
0	+7	+3	+5	+3	+3
50	7 - 6	3 - 2,5	5 - 4,5	3 - 2,5	3 - 2,5
75	6 - 5,5	2,5 - 2	4,5 - 4	2,5 - 2	2,5 - 2
100	5,5 - 5	2 - 1	4 - 3	2 - 1	2 - 1
125	5 - 4,5	1 - 0,5	3 - 2,5	1 - 0,5	1 - 0,5
150	-4,5	-0,5	-2,5	-0,5	-0,5
Limpieza del BIGBAGS					
%	Rango (min)				
	Elemento A.	Elemento B.	Elemento C.	Elemento D.	Elemento E.
0	+7	+1	+5	+3	+14
50	7 - 6,5	1 - 0,6	5 - 4,5	3 - 2,5	14 - 13
75	6 - 5	0,6 - 0,2	4,5 - 3	2,5 - 2	13 - 12
100	5 - 3	0,2 - 0,1	3 - 2	2 - 1	12 - 9
125	3 - 2	0,1 - 0,05	2 - 1	1 - 0,5	9 - 7
150	-2	-0,5	-1	-0,5	-7
Picado del BIGBAGS					
%	Rango (min)				
	Elemento A.	Elemento B.	Elemento C.	Elemento D.	
0	+4	+3,5	+1,5	+4	
50	4 - 3,5	3,5 - 3	1,5 - 1	4 - 3,5	
75	3,5 - 3	3 - 2,5	1 - 0,5	3,5 - 3	
100	3 - 2	2,5 - 2	0,5 - 0,2	3 - 2	
125	2 - 1,5	2 - 1,5	0,2 - 0,1	2 - 1,5	
150	-1,5	-1,5	-0,1	-1,5	

Fuente: Autores de la monografía

Registro de tiempos.

Formularios de estudio de tiempo.

- Inspección de los BIGBAGS.

Tabla 18. Estudio de tiempo operación de inspección de BigBags.

ESTUDIO DE TIEMPOS									
Departamento: Producción					Estudio núm.: 001				
Operación: Inspección de los BIGBAGS. Estudio de método núm.: 001					Hoja núm.: 1 de 2				
Instalaciones/maquina/Equipos: Porta estiba, Mesa de trabajo y estibas.					Termino: 9 horas 30 min Comienzo: 8 horas				
Herramientas: Cuchillo y cordón.					Tiempo Transc: 1 hora 30 min				
Producto: BIGBAGS.					Operario: Edwin Arroyo				
					Observado por: Fernando Pérez y Yalile Matorel				
Nota: Croquis de lugar de trabajo/montaje/pieza en hoja aparte adjunta.					Fecha: 22/02/2012				
					Comprobado por: Gerente Jaime Castillo Pinto				
El. núm	Desc.	V.	C.	T.B.	El. núm.	Desc.	V.	C.	T.B.
1	A	1	1,83	1,83	21	B	1	1,35	1,35
2	B	1	1,48	1,48	22	C	1,25	0,05	0,06
3	C	1,25	0,08	0,10	23	B	1	1,47	1,47
4	B	1	1,65	1,65	24	C	1	0,11	0,11
5	C	1	0,10	0,10	25	B	1,25	1,16	1,45
6	B	1	1,75	1,75	26	C	1	0,13	0,13
7	C	1	0,12	0,12	27	B	1	1,63	1,63
8	B	1	1,30	1,30	28	C	1	0,11	0,11
9	C	1,25	0,08	0,10	29	B	0,75	2,17	1,63
10	B	1	1,32	1,32	30	C	1	0,13	0,13
11	C	1	0,10	0,10	31	B	1	1,47	1,47
12	B	1	1,50	1,50	32	C	1	0,10	0,10
13	C	1	0,12	0,12	33	B	1,25	1,05	1,31
14	B	1	1,25	1,25	34	C	1,5	0,07	0,10
15	C	1	0,13	0,13	35	D	1	1,28	1,28
16	B	1,25	1,17	1,46	36	B	1	1,28	1,28
17	C	1,25	0,08	0,10	37	C	1	0,10	0,10
18	D	1	1,23	1,23	38	B	1	1,46	1,46
19	B	1,25	1,15	1,44	39	C	1	0,12	0,12
20	C	1,25	0,08	0,10	40	B	1,25	1,15	1,44

*Desc.: Descripción del elemento

Fuente: Autores de la Monografía

Tabla 18. Estudio de tiempo operación de inspección de BigBags
(Continuación)

Estudio núm.: 001		Estudio de tiempo: continuación					Hoja núm.: 2 de 2			
El. núm.	Desc.	V.	C.	T.B.	El. núm.	Desc.	V.	C.	T.B.	
41	C	1,25	0,08	0,10	68	B	1,25	1,05	1,31	
42	B	1,25	1,17	1,46	69	C	1,25	0,08	0,10	
43	C	1,25	0,08	0,10	70	D	1	1,15	1,15	
44	A	1,25	1,42	1,77	71	B	1	1,28	1,28	
45	B	1	1,35	1,35	72	C	1	0,10	0,10	
46	C	1	0,13	0,13	73	B	1,25	1,15	1,44	
47	B	1	1,67	1,67	74	C	1	0,13	0,13	
48	C	1	0,12	0,12	75	B	1	1,47	1,47	
49	B	1	1,40	1,40	76	C	1	0,12	0,12	
50	C	1	0,10	0,10	77	B	1,25	1,17	1,46	
51	B	1	1,50	1,50	78	C	1,25	0,08	0,10	
52	C	1	0,12	0,12	79	B	1	1,35	1,35	
53	D	1	1,25	1,25	80	C	1	0,12	0,12	
54	B	1,25	1,18	1,48	81	B	1,25	1,12	1,40	
55	C	1	0,10	0,10	82	C	1	0,10	0,10	
56	B	1	1,48	1,48	83	B	1	1,67	1,67	
57	C	1	0,13	0,13	84	C	1	0,13	0,13	
58	B	1	1,65	1,65	85	B	1	1,50	1,50	
59	C	1	0,10	0,10	86	C	1	0,10	0,10	
60	B	1	1,67	1,67	87	D	1	1,12	1,12	
61	C	1	0,13	0,13	88	A	1	1,97	1,97	
62	B	1	1,70	1,70	89	B	1	1,65	1,65	
63	C	1	0,12	0,12	90	C	1	0,13	0,13	
64	B	1,25	1,00	1,25	91					
65	C	1	0,12	0,12	92					
66	B	1	1,97	1,97	93					
67	C	1	0,12	0,12	94					

Nota: El elemento E de la tarea de inspección será evaluado de forma individual porque no tiene una frecuencia definida.

Fuente: Autores de la Monografía

Tabla 19. Estudio de tiempo operación de inspección de BB, elemento E.

ESTUDIO DE TIEMPOS									
Departamento: Producción						Estudio núm.: 001			
Operación: Inspección de los BIGBAGS. Estudio de método núm.: 001						Hoja núm.: 1 de 1			
Instalaciones/maquina/Equipos: Porta estiba, Mesa de trabajo y estibas.						Termino: 9 horas 30 min Comienzo: 8 horas Tiempo Transc: 1 hora 30 min			
Herramientas: Cuchillo y cordón.									
Producto: BIGBAGS.						Operario: Edwin Arroyo			
						Observado por: Fernando Pérez y Yalile Matorel			
Nota: Croquis de lugar de trabajo/montaje/pieza en hoja aparte adjunta.						Fecha: 22/02/2012			
						Comprobado por: Gerente Jaime Castillo Pinto			
El. núm.	Desc.	V.	C.	T.B.	El. núm.	Desc.	V.	C.	T.B.
1	E	1	1,23	1,23	14				
2	E	1	1,17	1,17	15				
3	E	1	1,08	1,08	16				
4	E	1	1,12	1,12	17				
5	E	1	1,20	1,20	18				
6	E	0,75	1,52	1,14	19				
7	E	1	1,16	1,16	20				

*Desc. Descripción del elemento.

Fuente: Autores de la Monografía

- Sacudido de los BIGBAGS

Tabla 20. Estudio de tiempo de la operación de sacudido de BigBags.

ESTUDIO DE TIEMPOS									
Departamento: Producción						Estudio núm.: 002			
Operación: Sacudido de los BIGBAGS. Estudio de método núm.: 002						Hoja núm.: 1 de 1			
Instalaciones/maquina/Equipos: Elevador manual, Estructura para vaciado y estibas.						Termino: 9 horas Comienzo: 8 horas Tiempo Transc: 1 hora			
Herramientas: Tanque									
Producto: BIGBAGS.						Operarios: Fray David Polo y Jacobo Rosales			
						Observado por: Fernando Pérez y Yalile Matorel			
Nota: Croquis de lugar de trabajo/montaje/pieza en hoja aparte adjunta.						Fecha: 29/02/2012			
						Comprobado por: Gerente Jaime Puello Pinto			
El. núm.	Desc.	V.	C.	T.B.	El. núm.	Descr.	V.	C.	T.B.
1	A	1	5,00	5,00	21	B	1	0,93	0,93
2	B	1,25	0,82	1,03	22	B	1	1,27	1,27
3	B	1	1,13	1,13	23	C	1	3,60	3,60
4	B	1	1,15	1,15	24	B	1	1,22	1,22
5	B	1	1,33	1,33	25	B	1	1,50	1,50
6	B	1	1,47	1,47	26	B	1	1,40	1,40
7	B	1	1,28	1,28	27	A	1	5,28	5,28
8	B	1	1,47	1,47	28	B	1	1,33	1,33
9	D	1	1,38	1,38	29	B	1	1,02	1,02
10	E	1	1,50	1,50	30	D	1	1,37	1,37
11	B	1,25	0,80	1,00	31	E	1	1,62	1,62
12	C	1	3,40	3,40	32	B	1	1,67	1,67
13	B	1	1,52	1,52	33	B	1	1,60	1,60
14	B	1,25	0,75	0,94	34	B	1	1,58	1,58
15	B	1	1,06	1,06	35	B	1	1,28	1,28
16	B	1	0,98	0,98	36	C	1	3,58	3,58
17	B	1	1,02	1,02	37				
18	B	1	0,82	0,82	38				
19	D	1	1,25	1,25	39				
20	E	1	1,67	1,67	40				

*Desc. Descripción del elemento.

Fuente: Autores de la Monografía

- Limpieza de BIGBAGS

Tabla 21. Estudio de Tiempo de la operación de Limpieza de BigBags.

ESTUDIO DE TIEMPOS									
Departamento: Producción						Estudio núm.: 003			
Operación: Limpieza de los BIGBAGS. Estudio de método núm.: 003						Hoja núm.: 1 de 2			
Instalaciones/maquina/Equipos: Mesa de trabajo y estibas						Termino: 9 horas Comienzo: 11 horas 50 min Tiempo Transc: 2 hora 50 min			
Herramientas: Cuchillo, vinilo, brocha y trapo de tela.									
Producto: BIGBAGS.						Operarios: Edwin Arroyo y José Luis Vital			
						Observado por: Fernando Pérez y Yalile Matorel			
Nota: Croquis de lugar de trabajo/montaje/pieza en hoja aparte adjunta.						Fecha: 29/02/2012			
						Comprobado por: Gerente Jaime Castillo Pinto			
El. núm.	Desc.	V.	C.	T.B.	El. nú m.	Desc.	V.	C.	T.B.
1	A	1	3,98	3,98	20	A	1	4,32	4,32
2	B	1	0,17	0,17	21	B	1	0,20	0,20
3	A	1	3,83	3,83	22	C	1	2,37	2,37
4	B	1	0,18	0,18	23	A	0,75	5,25	3,94
5	A	1	4,17	4,17	24	B	1	0,15	0,15
6	B	1	0,15	0,15	25	A	1	4,60	4,60
7	A	0,75	5,03	3,77	26	B	1	0,18	0,18
8	B	1	0,20	0,20	27	A	1	4,75	4,75
9	A	1	4,73	4,73	28	B	1	0,17	0,17
10	B	1	0,15	0,15	29	A	1	3,98	3,98
11	C	1	2,05	2,05	30	B	1	0,20	0,20
12	A	0,75	5,33	4,00	31	A	1	4,78	4,78
13	B	1	0,20	0,20	32	B	1	0,15	0,15
14	A	0,75	5,17	3,88	33	C	1	2,40	2,40
15	B	1	0,15	0,15	34	D	1	1,02	1,02
16	A	1,5	0,77	1,16	35	E	1	9,80	9,80
17	B	0,75	0,22	0,17	36	A	0,75	5,20	3,90
18	A	1	4,62	4,62	37	B	1	0,15	0,15
19	B	1	0,18	0,18	38	A	1	4,17	4,17

Tabla 21. Estudio de Tiempo de la operación de Limpieza de BigBags.
(Continuación)

Estudio núm.: 003		Estudio de tiempo: continuación					Hoja núm.: 2 de 2			
El. nú m.	Desc.	V..	C.	T.B.	El. núm.	Desc.	V..	C.	T.B.	
39	B	1	0,17	0,17	66					
40	A	1	3,52	3,52	67					
41	B	1	0,20	0,20	68					
42	A	0,75	5,02	3,77	69					
43	B	1	0,20	0,20	70					
44	A	1	4,50	4,50	71					
45	B	1	0,15	0,15	72					
46	C	1	2,55	2,55	73					
47	A	1	3,87	3,87	74					
48	B	1	0,18	0,18	75					
49	A	1	4,83	4,83	76					
50	B	1	0,15	0,15	77					
51	A	1	4,35	4,35	78					
52	B	1	0,20	0,20	79					
53	A	1	4,50	4,50	80					
54	B	1	0,20	0,20	81					
55	A	1	4,67	4,67	82					
56	B	1	0,17	0,17	83					
57	C	1	2,25	2,25	84					
58	D	1,25	1,00	1,25	85					
59	E	1	10,50	10,50	86					

Fuente: Autores de la Monografía

- Picado del BIGBAGS

Tabla 22. Estudio de Tiempo de la operación de Picado de BigBags.

ESTUDIO DE TIEMPOS									
Departamento: Producción					Estudio núm.: 003				
Operación: Picado de los BIGBAGS. Estudio de método núm.: 004					Hoja núm.: 1 de 2				
Instalaciones/maquina/Equipos: Mesa de trabajo, estibas y porta estibas.					Termino: 17 horas 10 min Comienzo: 16 horas Tiempo Transc: 1 hora 10 min				
Herramientas: Cuchillo y Minibags									
Producto: BIGBAGS.					Operarios: José Luis Vital				
					Observado por: Fernando Pérez y Yalile Matorel				
Nota: Croquis de lugar de trabajo/montaje/pieza en hoja aparte adjunta.					Fecha: 15/03/2012				
					Comprobado por: Gerente Jaime Castillo Pinto				
El. núm.	Desc.	V.	C.	T.B.	El. núm.	Desc.	V.	C.	T.B.
1	A	1	2,40	2,40	20	B	1	2,03	2,03
2	B	1	2,22	2,22	21	C	1	0,25	0,25
3	C	1	0,22	0,22	22	B	1	2,02	2,02
4	B	1	2,02	2,02	23	C	1	0,20	0,20
5	C	1	0,30	0,30	24	B	1	2,25	2,25
6	B	1	2,15	2,15	25	C	1	0,22	0,22
7	C	1,25	0,15	0,19	26	B	1,25	1,70	2,13
8	B	1	2,10	2,10	27	C	1	0,20	0,20
9	C	1	0,28	0,28	28	B	1,25	1,77	2,21
10	B	1	2,03	2,03	29	C	1,25	0,18	0,23
11	C	1	0,30	0,30	30	B	1,25	1,99	2,49
12	B	1	2,20	2,20	31	C	1	0,22	0,22
13	C	1	0,33	0,33	32	B	1,25	1,86	2,33
14	B	1,25	1,80	2,25	33	C	1	0,25	0,25
15	C	1,25	0,16	0,20	34	B	1	2,20	2,20
16	B	1,25	1,85	2,31	35	C	1	0,28	0,28
17	C	1	0,23	0,23	36	B	1	2,10	2,10
18	B	1,25	1,92	2,40	37	C	1	0,23	0,23
19	C	1,25	0,17	0,21	38	B	1	2,17	2,17

*Desc. Descripción del elemento.

Fuente: Autores de la Monografía

Tabla 22. Estudio de Tiempo de la operación de Picado de BB(continuación)

Estudio núm.: 003		Estudio de tiempo: continuación					Hoja núm.: 2 de 2		
El. núm.	Desc.	V.	C.	T.B.	El. núm.	Desc.	V.	C.	T.B.
39	C	1	0,30	0,30	61				
40	B	1,25	1,84	2,30	62				
41	C	1	0,25	0,25	63				
42	B	1	2,03	2,03	64				
43	C	1	0,32	0,32	65				
44	B	1	2,15	2,15	66				
45	C	1	0,28	0,28	67				
46	B	1,25	1,96	2,45	68				
47	C	1	0,32	0,32	69				
48	B	1	2,25	2,25	70				
49	C	1	0,35	0,35	71				
50	B	1	2,20	2,20	72				
51	C	1	0,35	0,35	73				
52	D	1	2,45	2,45	74				
53					75				

*Desc. Descripción del elemento

Fuente: Autores de la Monografía

6.6.1.3 Después. Se ha terminado el trabajo de observación en la planta. Ahora inicia la labor de análisis.

Cuantificación de la valoración: Después de efectuar la valoración para cada uno de los elemento, se dispone a obtener tiempo básico (TB), que ⁹representa el tiempo que se invertiría en ejecutar el elemento (a juicio del observador) si el operario trabajara al ritmo tipo en vez de hacerlo a la velocidad mayor observada de hecho.

⁹Publicado con la dirección de KANAWALY, George. Introducción al estudio del trabajo: OIT. Edición 4^o. México D.F: LIMUSA, 2008, 442 p il.

$$TB = \text{Tiempo Observado} * \frac{\text{Valor atribuido}}{\text{Valor tipo}}$$

Donde;

Tiempo Observado = C

Valor tipo = 100

Valor tipo = V

En los formularios de estudio de tiempo se calculó el tiempo observado para cada elemento.

Formulario de resumen de estudio

En la hoja resumen de estudio se calcula el promedio de los tiempos básicos de cada elemento con el fin de elegir el tiempo representativo del elemento, aunque los elementos sean variables se selecciona el Tiempo básico de esta manera porque su variabilidad es muy pequeña lo que lo hace casi constante. En la siguiente columna "F" se anota la frecuencia con que cada elemento interviene en cada ciclo. Luego, se anota el número de observaciones "OBS" que se tomaron en cada uno de los elementos. A continuación los formularios de cada tarea.

- Inspección de los BIGBAG

Tabla 23. Resumen del estudio de tiempo de Inspección.

RESUMEN DEL ESTUDIO				
Departamento: Producción			Estudio núm.: 001	
Operación: Inspección de los BIGBAGS Estudio de método núm.: 001			Hoja núm.: 1 de 1	
Instalaciones/maquina/Equipos: Porta estiba, Mesa de trabajo y estibas.			Termino: 9 horas 30 min Comienzo: 8 horas	
Herramientas: Cuchillo y cordón.			Tiempo Transc: 1 hora 30 min	
Producto: BIGBAGS			Operario: Edwin Arroyo	
			Observado por: Fernando Pérez y Yalile Matorel	
Nota: Croquis de lugar de trabajo/montaje/pieza en hoja aparte adjunta.			Fecha: 22/02/2012	
			Comprobado por: Gerente Jaime Castillo Pinto.	
El. núm.	Desc.	T.B.	F.	OBS.
1	A	1,86	1/20	3
2	B	1,48	1/1	41
3	C	0,11	1/1	41
4	D	1,21	1/8	5
6	E	1,16	1/1	7

Fuente: Autores de la Monografía

- Sacudido de los BIGBAGS.

Tabla 24. Resumen del estudio de tiempo de sacudido

RESUMEN DEL ESTUDIO				
Departamento: Producción			Estudio núm.: 002	
Operación: Inspección de los BIGBAGS Estudio de método núm.: 001			Hoja núm.: 1 de 1	
Instalaciones/maquina/Equipos: Porta estiba, Mesa de trabajo y estibas.			Termino: 9 horas 30 min Comienzo: 8 horas	
Herramientas: Cuchillo y cordón.			Tiempo Transc: 1 hora 30 min	
Producto: BIGBAGS			Operarios: Fray David Polo y Jacobo Rosales	
			Observado por: Fernando Pérez y Yalile Matorel	
Nota: Croquis de lugar de trabajo/montaje/pieza en hoja aparte adjunta.			Fecha: 22/02/2012	
			Comprobado por: Gerente Jaime Castillo Pinto.	
El.	Desc.	T.B.	F.	OBS.
1	A	5,14	1/20	2
2	B	1,24	1/1	25
3	C	3,53	1/8	3
4	D	1,33	1/1	3
5	E	1,6	1/1	3

Fuente: Autores de la Monografía

- Limpieza de los BIGBAGS.

Tabla 25. Resumen del estudio de tiempo de Limpieza.

RESUMEN DEL ESTUDIO				
Departamento: Producción			Estudio núm.: 003	
Operación: Inspección de los BIGBAGS Estudio de método núm.: 001			Hoja núm.: 1 de 1	
Instalaciones/maquina/Equipos: Porta estiba, Mesa de trabajo y estibas.			Termino: 9 horas 30 min Comienzo: 8 horas Tiempo Transc: 1 hora 30 min	
Herramientas: Cuchillo y cordón.				
Producto: BIGBAGS			Operario: Edwin Arroyo y José Luis Vital	
			Observado por: Fernando Pérez y Yalile Matorel	
Nota: Croquis de lugar de trabajo/montaje/pieza en hoja aparte adjunta.			Fecha: 22/02/2012	
			Comprobado por: Gerente Jaime Castillo Pinto.	
El. núm.	Desc.	T.B.	F.	OBS.
1	A	4,10	1/1	25
2	B	0,17	1/1	25
3	C	2,32	1/5	5
4	D	1,14	1/15 o 1/10	2
5	E	10,15	1/15	2

Fuente: Autores de la Monografía

- Picado del BIGBAGS

Tabla 26. Resumen del estudio de tiempo de Picado.

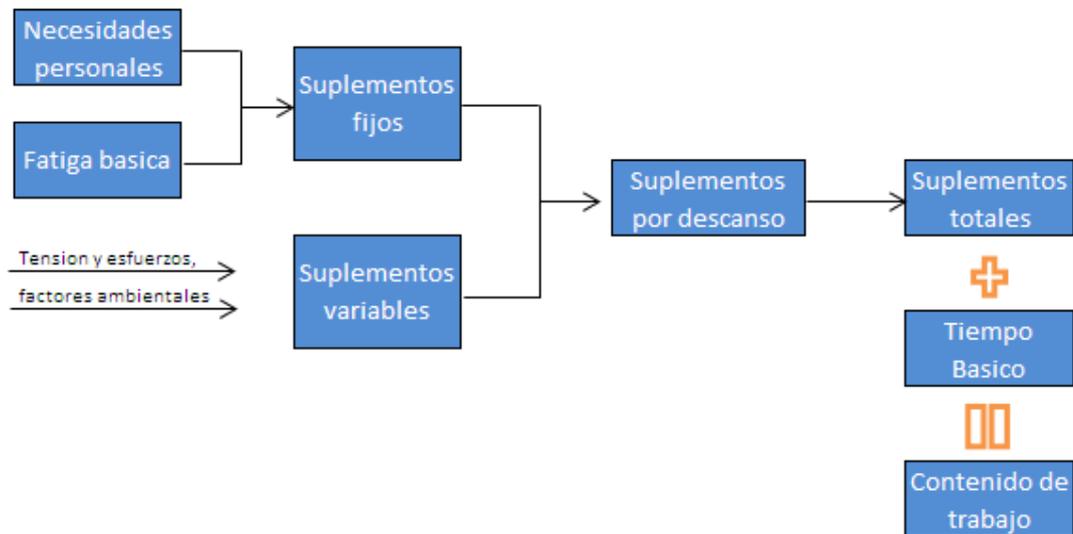
RESUMEN DEL ESTUDIO				
Departamento: Producción			Estudio núm.: 004	
Operación: Picado del BIGBAGS Estudio de método núm.: 004			Hoja núm.: 1 de 1	
Instalaciones/maquina/Equipos: Mesa de trabajo, Porta estiba, y estibas.			Termino: 17 horas 10 min Comienzo: 16 horas	
Herramientas: Cuchillo y Minibags.			Tiempo Transc: 1 hora 10 min	
Producto: BIGBAGS			Operario: José Luis Vital	
			Observado por: Fernando Pérez y Yalile Matorel	
Nota: Croquis de lugar de trabajo/montaje/pieza en hoja aparte adjunta.			Fecha: 15/03/2012	
			Comprobado por: Gerente Jaime Castillo Pinto.	
El. núm.	Desc.	T.B.	F.	OBS.
1	A	2,40	1/25	1
2	B	2,20	1/1	25
3	C	0,26	1/1	25
4	D	2,45	1/25	1

Fuente: Autores de la Monografía

Análisis del estudio

El estudio de tiempo es realizado para conocer que tanto se demora un trabajador en ejecutar las tareas de inspección, sacudido, limpieza y picado de BigBags, es decir, saber cuál es el contenido de trabajo, con el fin de calcular la capacidad con la que cuenta Reex Ltda., para el cumplimiento de su demanda. El contenido de trabajo de una tarea u operación es la suma del tiempo básico + el suplemento por descanso + un suplemento por trabajo adicional, o sea la parte del suplemento por contingencia que representa trabajo.

Figura 14. Calculo de suplementos.



Fuente: Publicado con la dirección de KANAWALY, George. Introducción al estudio del trabajo: OIT. Edición 4º.

Calculo de suplementos.

Esta es la parte del estudio del trabajo que comúnmente no es perfecta ya que es muy difícil calcular con precisión los suplementos que requiere cada una de las tareas. Estos deben ser evaluados y calculados de forma objetiva con el fin de lograr el mejor resultado. El suplemento a trabajar en este proyecto es suplemento por descanso que ¹⁰es el que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. Su cuantía depende de la naturaleza del trabajo.

Los suplementos por descanso como se observa en la ilustración N° -- tiene dos componentes, que son; los suplementos fijos que a su vez se componen de los suplementos por fatiga y por necesidades personales y también están los suplementos variables.

¹⁰Publicado con la dirección de KANAWALY, George. Introducción al estudio del trabajo: OIT. Edición 4º. México D.F: LIMUSA, 2008, 442 p il.

Para tomar decisiones con relación a que porcentaje debe aplicar en cada suplemento para cada elemento en sus respectivas tareas, se soportara en un ejemplo muy claro establecido por la OIT y por nuestro criterio después de realizar observaciones y análisis en el área de trabajo de Reex Ltda. A continuación tabla de suplementos por descanso:

Tabla 27. Sistema de suplementos por descanso porcentaje de los tiempos básicos.

Sistema de suplementos por descanso porcentaje de los tiempos basicos					
Suplementos constantes					
	Hombres	Mujeres			
A. Suplementos por necesidades personales	5	7			
B. Suplementos base por fatiga.	4	4			
Suplementos variables					
	Hombres	Mujeres		Hombre	Mujer
A. Suplemento por estar de pie.	2	4	F. Concentracion intensa		
B. Suplemento por postura anormal.			Trabajo de cierta precision	0	0
Ligeramente incomoda.	0	1	Trabajo precisos o fatigosos	2	2
Incomoda (Inclinado).	2	3	Trabajo de gran precision o muy fatigo!	5	5
Muy incomoda (echado, estirado)	7	7	G. Ruido		
C. Uso de fuerza/energia muscular. (levantar, tirar, empujar)			Continuo	0	0
Peso levantado (Kg)			Intermitente y fuerte	2	2
2,5	0	1	Intermitente y muy fuerte	5	5
5	1	2	H. Tension mental.		
10	3	4	Proceso bastante complejo.	1	1
25	9	20	Proceso complejo y atencion muy dividida entre muchos objetos.	4	4
35,5	22	---	Muy complejos	8	8
D. Mala iluminacion.			I. Monotonia.		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada.	0	0	Trabajo algo monoton.	0	0
Bastante por debajo.	2	2	Trabajo bastante monoton.	1	1
Absolutamente insuficiente.	5	5	Trabajo muy monoton.	4	4
E. Condiciones atmosfericas			J. Tedio		
Indice de enfriamiento Kata			Trabajo algo aburrido	0	0
16	0	0	Trabajo bastante aburrido	2	1
8	10	10	Trabajo muy aburrido.	5	2
4	45	45			
2	100	100			

Fuente: Publicado con la dirección de KANAWALY, George. Introducción al estudio del trabajo: OIT. Edición 4^o.

El porcentaje aplicar en cada uno de los suplementos en Reex Ltda., se describen en la siguiente tabla:

Tabla 28. Suplementos para el estudio de tiempo.

Suplementos para Reex Ltda.	%
Suplementos Constantes	9
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
Suplementos variables	6
A. Por trabajar de pie	2
B. Por postura anormal	0
C. Uso de fuerza/energía muscular. (Levantar, tirar, empujar) 5 kg.	1
D. Mala iluminación.	2
E. Condiciones atmosféricas	No aplica
F. Concentración intensa	0
G. Ruido	0
H. Tensión mental.	1
I. Monotonía.	0
J. Tedio	0

Fuente: Introducción al estudio del trabajo: OIT

- Inspección de los BIGBAGS.

Tabla 29. Análisis del estudio de tiempo de Inspección

ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS								
Operación: Inspección de los BIGBAGS			Departamento: Producción					
Datos de máquina, materiales, etc. Instalaciones/máquina/Equipos : Porta estiba, Mesa de trabajo y estibas. Herramientas: Cuchillo y cordón.	Estudio núm.:	001	Totales	TB medio o seleccionado por vez	Frecuencia por ciclo	TB por ciclo	Persona+ fatiga = Suplem. de descanso	Tiempo tipo M.T./H.T. por:
	Fecha:	22/02						
	Operario:	Edwin Arroyo						
	Realizado por:	Fernando Pérez						
		Yalile Matorel						
Núm. Ciclos obs.	41							
El. Núm.	Desc.	Tiempos Básicos	M.B.	M.B.		M.B.	%	M.T.
1	A	1,86	76,13	1,86	1/2	0,09	0,15	0,107
2	B	1,44	59,04	1,48	1/1	1,48	0,15	1,702
3	C	0,11	4,51	0,11	1/1	0,11	0,15	0,127
4	D	1,14	46,74	1,21	1/8	0,15	0,15	0,174
6	E	1,16	8,12	1,16	1/1	1,16	0,15	1,334
						Tiempo total por ciclo		3,443

Fuente: Autores de la Monografía

- Sacudido de los BIGBAGS.

Tabla 30. Análisis del estudio de tiempo de Sacudido.

ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS								
Operación: Sacudido de los BIGBAGS			Departamento: Producción					
Datos de máquina, materiales, etc. Instalaciones/máquina/Equipos : Elevador manual, Estructura para vaciado y estibas. Herramientas: Tanque	Estudio núm.:	002	Totales	TB medio o seleccionado por vez	Frecuencia por ciclo	TB por ciclo	Persona+ fatiga = Suplem. De descanso	Tiempo tipo M.T./H.T. por:
	Fecha:	29/02						
	Operario:	Fray David Polo						
		Jacobo Rosales						
	Realizado por:	Fernando Pérez						
		Yalile Matorel						
Núm. Ciclos obs.	25							
El. Núm.	Desc.	Tiempos Básicos	M.B.	M.B.		M.B.	%	M.T.
1	A	5,14	128,5	5,14	1/2	0,26	0,15	0,296
2	B	1,24	31,00	1,24	1/1	1,24	0,15	1,426
3	C	3,53	88,25	3,53	1/8	0,44	0,15	0,507
4	D	1,33	3,99	1,33	1/7	0,19	0,15	0,219
5	E	1,60	4,8	1,6	1/7	0,23	0,15	0,263
						Tiempo total por ciclo		2,71

Fuente: Autores de la Monografía

- Limpieza de los BIGBAGS.

Tabla 31. Análisis del estudio de tiempo de Limpieza.

ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS								
Operación: Limpieza de los BIGBAGS			Departamento: Producción					
Datos de máquina, materiales, etc. Instalaciones/máquina/Equipos : Mesa de trabajo y estibas. Herramientas: Cuchillo y cordón.	Estudio núm.:	003	Totales	TB medio o seleccionado por vez	Frecuencia por ciclo	TB por ciclo	Persona+ fatiga = Suplem. De descanso	Tiempo tipo M.T./H.T. por:
	Fecha:	29/02						
	Operario:	Edwin Arroyo						
		José Luis Vital						
	Realizado por:	Fernando Pérez Yalile Matorel						
	Núm. Ciclos obs.	25						
El. Núm.	Desc.	Tiempos Básicos	M.B.	M.B.		M.B.	%	M.T.
1	A	4,10	102,5	4,10	1/1	4,10	0,15	4,715
2	B	0,17	4,25	0,17	1/1	0,17	0,15	0,196
3	C	2,32	58,00	2,32	1/5	0,46	0,15	0,534
4	D	1,14	28,50	1,14	1/1	0,08	0,15	0,087
5	E	10,15	253,7	10,15	1/1	0,68	0,15	0,778
							Tiempo total por ciclo	6,31

Fuente: Autores de la Monografía

- Picado de los BIGBAGS.

Tabla 32. Análisis del estudio de tiempo de Picado.

ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS								
Operación: Picado de los BIGBAGS				Departamento: Producción				
Datos de maquina, materiales, etc. Instalaciones/m aquina/Equipos : Mesa de trabajo y estibas. Herramientas: Cuchillo y cordón.	Estudio núm.:	004	Totales	TB medio o seleccionado por vez	Frecuencia por ciclo	TB por ciclo	Persona+ fatiga = Suplem. De descanso	Tiempo tipo M.T./H.T. por:
	Fecha:	15/03						
	Operario:	José Luis Vital						
	Realizado por:	Fernando Pérez Yalile Matorel						
	Núm. Ciclos obs.	25						
El. Núm.	Desc.	Tiempos Básicos	M.B.	M.B.		M.B.	%	M.T.
1	A	2,40	60,00	2,40	1/2	0,10	0,15	0,11
2	B	2,20	54,98	2,20	1/1	2,20	0,15	2,529
3	C	0,26	6,51	0,26	1/1	0,26	0,15	0,299
4	D	2,45	61,25	2,45	1/2	0,10	0,15	0,113
Tiempo total por ciclo								3,052

Fuente: Autores de la Monografía

Ya finalizado el análisis de tiempos se ha logrado el objetivo del estudio que es, hallar el tiempo teórico total por ciclo (contenido de trabajo), es decir, lo que puede demorar un BIGBAGS en cada operación. Las operaciones o tareas a las que se ha realizado el estudio de tiempo son; inspección, sacudido, limpieza y picado, dando como resultado respectivamente un tiempo total de ciclo en minutos de 3.44, 2.71, 6.31 y 3.05.

6.6.2 Calculo de la capacidad. La capacidad es el potencial que tiene un trabajador y/o una máquina para fabricar o procesar un producto por unidad de tiempo. Las operaciones realizadas en Reex Ltda., son dos: Limpieza general de la bolsa plástica que ejecuta todas sus tareas (3) de forma manual y aglutinado de bolsas plásticas que involucra 2 tareas manuales y una por medio de una máquina. Respecto a la operación del aglutinado se aclara que

su primera tarea es realizada al mismo tiempo que la primera de limpieza general por lo que tienen el mismo tiempo de ejecución. Para poder determinar la capacidad teórica o de diseño de las tareas manuales se realizó un estudio de tiempo, logrando así el tiempo que se requiere para cada tarea dada en minutos por bolsa. Respecto a la aglutinadora se investigó su referencia obteniendo así la capacidad teórica de 90 Kg/hr, luego realizando una conversión y conociendo el peso de una bolsa plástica (5kg) se determina que en 3.33 min se aglutina una bolsa. A continuación los tiempos de cada una de las tareas.

Tabla 33. Capacidad teórica para cada operación o tarea.

Tarea	Bolsas limpias	Bolsas aglutinadas
	min/bolsa	
Inspección	3.44	3.44
Sacudido	2.71	3.05
Limpieza	6.31	3.33

Fuente: Autores de la Monografía

Conociendo el tiempo de cada tarea se dispone a calcular la capacidad individual. Se estima de esta forma porque el sistema de producción es por proceso. Teniendo en cuenta que se trabaja 26 días al mes durante 8 horas para el caso de las bolsas limpias, mientras que para las bolsas aglutinadas trabajan 26 días al mes durante 5 horas. Adicionalmente, la empresa emplea los días sábados o 4 días por mes para labores de limpieza y mantenimiento. También se tiene en cuenta el tiempo que tardan al descargar las bolsas plásticas de los camiones en donde se suspenden la operación de limpieza general que es de 2 horas, esta actividad se realiza 12 veces al mes. Las siguientes son las fórmulas para el cálculo de la capacidad teórica (C_t), Capacidad efectiva (C_e) y capacidad real (C_r) del proceso.

$$C_t = \frac{\text{Tiempos trabajados por mes (min)}}{\text{Tiempo en ejecución de la tarea (min)}}$$

$$C_e = \frac{\text{Tiempos trabajados por mes} - \text{Tiempo Mantenimiento Preventivo y descargas (min)}}{\text{Tiempos de ejecución de la tarea (min)}}$$

$$C_r = \frac{\text{Tiempos trabajados por mes} - \text{Tiempo Mantenimiento Preventivo y descargas} - \text{Imprevistos}}{\text{Tiempos de ejecución de la tarea (min)}}$$

Limpieza general de bolsas plásticas.

Es una operación que tiene 3 tareas manuales que son; inspección, sacudido y limpieza.

Figura15. Limpieza general de bolsas plástica.



Fuente: Autores de la Monografía

Capacidad teórica. Sabiendo que el proceso de producción es por proceso se calculara el número de minutos trabajados en cada una de las tareas dividiéndolo entre el número de tareas porque solo se hace una de estas por día. (Planeación sugerida por la gerencia).

Entonces:

$$\text{Tiempo trabajado} = 8 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} * 26 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} * \frac{60\text{min}}{\text{hora}} = 12480 \text{ min/mes}$$

Para cada una de las tareas de limpieza general el tiempo de trabajo por mes en minutos es de 4160 min/mes. Por tanto la capacidad teórica (C_t) de cada actividad es la siguiente:

$$C_t (\text{Inspección}) = \frac{4160 \text{ min/mes}}{3.44 \text{ min/bolsa}} = 1209 \text{ bolsas/mes}$$

$$C_t (\text{Sacudido}) = \frac{4160 \text{ min/mes}}{2.71 \text{ min/bolsa}} = 1535 \text{ bolsas/mes}$$

$$C_t (\text{Limpieza}) = \frac{4160 \text{ min/mes}}{6.31 \text{ min/bolsa}} = 659 \text{ bolsas/mes}$$

La capacidad teórica del proceso es 659 bolsas/mes.

Capacidad efectiva. En la capacidad efectiva, el cálculo de tiempo de trabajo por mes de forma efectiva se aplica de igual manera que en la capacidad teórica, es decir, con relación a la estrategia de planeación sugerida por la gerencia. Obteniendo como resultado 3040 min/mes.

$$C_e (\text{inspección}) = \frac{\frac{12480-1920-1440}{3} \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{3.44 \text{ min/bolsa}} = 883 \text{ bolsas/mes}$$

$$C_e (\text{sacudido}) = \frac{3040 \text{ min/mes}}{2.71 \text{ min/bolsa}} = 1122 \text{ bolsas/mes}$$

$$C_e (\text{limpieza}) = \frac{3040 \text{ min/mes}}{6.31 \text{ min/bolsa}} = 482 \text{ bolsas/mes}$$

La capacidad efectiva del proceso es 482 bolsas/mes.

Capacidad real. Con las mismas condiciones que la anterior se procede al cálculo del tiempo de trabajo pero en tiempos reales, es decir, involucrando los imprevistos de daño y ausentismo. La capacidad real es mucho menor que la capacidad efectiva ya que se agregan los tiempos promedios de daños inesperados y ausentismos.

En Reex Ltda., con frecuencia se trabaja solo con 3 operarios (3 veces a la semana) ya que por motivos personales y poco control de asistencia, se ausentan disminuyendo así la capacidad del proceso, perdiendo en promedio 1520min al mes. Respecto a los daños o no encendido en la máquina, se

presenta 8 veces al mes es decir se deja de trabajar 2400min al mes. Obteniendo como resultado 2533 min/mes.

$$C_r (\text{inspección}) = \frac{\frac{12480-1920-1440-1520}{3} \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{3.44 \text{ min/bolsa}} = 736 \text{ bolsas/mes}$$

$$C_r (\text{sacudido}) = \frac{2533 \text{ min/mes}}{2.71 \text{ min/bolsa}} = 935 \text{ bolsas/mes}$$

$$C_r (\text{limpieza}) = \frac{2533 \text{ min/mes}}{6.31 \text{ min/bolsa}} = 401 \text{ bolsas/mes}$$

La Capacidad real del proceso = 401 bolsas/mes

Capacidad Aglutinado de bolsas plásticas. Es una operación que tiene 3 tareas que son; inspección, picado y aglutinado, las dos primeras son manuales y la ultima es por medio de una máquina. Anteriormente se aclaró que la tarea de inspección para esta operación es la misma que la desarrollada en la limpieza general, es decir, cuando se inspecciona se clasifica para que operación va cada bolsa.

Figura16. Aglutinado de bolsas plástica.



Fuente: Autores de la Monografía

Capacidad teórica individual.

Aplicando el procedimiento realizado en el cálculo de la capacidad de la operación de limpieza general de bolsas plástica. En este caso el tiempo de trabajo se dividirá entre 2. Entonces:

$$\text{Tiempo trabajado} = 5 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} * 26 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} * \frac{60 \text{min}}{\text{hora}} = 7800 \text{ min/mes}$$

Para cada una de las tareas de aglutinado el tiempo de trabajo por mes en minutos es de 3900 min/mes.

$$C_{t(\text{Picado})} = \frac{3900 \text{ min/mes}}{3.05 \text{ min/bolsa}} = 1278 \text{ bolsas/mes}$$

$$C_{t(\text{Aglutinado})} = \frac{3900 \text{ min/mes}}{3.33 \text{ min/bolsa}} = 1171 \text{ bolsas/mes}$$

La capacidad teórica del proceso es 1171 bolsas/mes.

Capacidad efectiva individual: En la capacidad efectiva el cálculo de tiempo de trabajo es 3040 min/mes.

$$C_{e(\text{Picado})} = \frac{\frac{7800-1200 \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{2}}{3.05 \text{ min/bolsa}} = 1081 \text{ bolsas/mes}$$

$$C_{e(\text{Aglutinado})} = \frac{3040 \text{ min/mes}}{3.33 \text{ min/bolsa}} = 913 \text{ bolsas/mes}$$

La capacidad efectiva del proceso es 883 bolsas/mes.

Capacidad real individual.

Con las mismas condiciones que la anterior se procede al cálculo del tiempo de trabajo pero en tiempos reales, es decir, involucrando los imprevistos de daño y ausentismo. En este caso solo aplica los daños en la maquina y no encendido que se presenta 8 veces al mes es decir se deja de trabajar 2400min al mes. Obteniendo como resultado 2100 min/mes.

$$C_{r(\text{Picado})} = \frac{\frac{7800-1200-2400 \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{2}}{3.05 \text{ min/bolsa}} = 688 \text{ bolsas/mes}$$

$$C_{r(\text{Aglutinado})} = \frac{2100 \text{ min/mes}}{3.33 \text{ min/bolsa}} = 630 \text{ bolsas/mes}$$

La capacidad real del proceso es 630 bolsas/mes.

En la siguiente tabla, se recogen los valores de capacidad calculados anteriormente.

Tabla 34. Resumen del cálculo de capacidad por proceso.

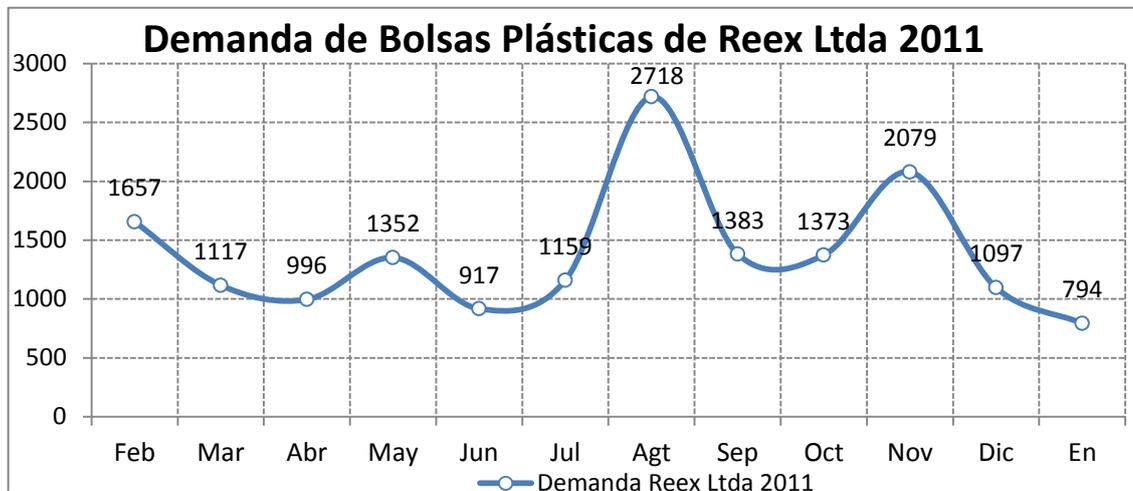
Proceso	Operación	Capacidad Teórica (Bolsas/mes)	Capacidad Efectiva (Bolsas/mes)	Capacidad Real (Bolsas/mes)
Limpieza	Inspección	1209	883	736
	Sacudido	1535	1122	935
	Limpieza	659	482	401
Aglutinado	Picado	1278	1081	688
	Aglutinado	1171	913	630

Fuente: Autores de la Monografía

6.6.3 Pronóstico de la demanda de Reex. Pronóstico es la estimación anticipada de algo en este caso de la demanda de Reex. La estimación se hará a través de un método científico conocido como Winter, es un método para series estacionales el cual tiene un patrón que se repite cada N periodos, para un valor de N (N es el número de periodos antes de que el patrón se repita).

Para obtener el pronóstico de la demanda se recogieron datos históricos desde febrero del 2011 hasta enero del 2012. En la siguiente tabla se muestran los valores correspondientes a cada mes y luego se grafica para observar que los datos reúnen los requisitos para aplicar el método de Winter.

Figura 17. Demanda histórica de Reex Ltda.



Fuente: Autores de la Monografía

Aplicación del método Winter.

Para iniciar el método se debe presentar los valores de N y m. Entendiendo por N el número de periodos que es igual a 3 y m como el número de estaciones que es 4.

Luego de tener claridad de los valores de N y m se ejecutaran los siguientes pasos:

1. Calcular las medias (V_m) de las muestra de las 4 estaciones de datos.

$$V_m = \frac{1}{N} \sum_{j=-2N+1}^{-N} D_j$$

$$V_1 = \frac{(794 + 1657 + 1117)}{3}$$

$$V_1 = 1189$$

$$V_2 = \frac{(996 + 1389 + 1159)}{3}$$

$$V_2 = 1101$$

$$V_3 = \frac{(2718 + 1383 + 1383)}{3}$$

$$V_3 = 1753$$

$$V_4 = \frac{(1373 + 2079 + 1057)}{3}$$

$$V_4 = 1516$$

2. Definir el estimado de la pendiente inicial.

$$G_0 = \frac{(V_m - V_1)}{(m - 1) N}$$

$$G_0 = \frac{1516 - 1189}{4 - 1 \cdot 3}$$

$$G_0 = 36,1$$

3. Valor de la serie en el tiempo T= 0.

$$S_0 = V_m + \frac{G_0 N - 1}{2}$$

$$S_0 = 1516 + \frac{36,1(3 - 1)}{2}$$

$$S_0 = 1552$$

4. Los factores estacionales.

$$c_t = \frac{D_j}{V_i - \frac{N+1}{2} - j G_j}$$

Siendo:

j = es el periodo de la estación

i = numero de estación

$$c_{-11} = \frac{794}{1189 - \frac{3+1}{2} - 1 \cdot 36,1}$$

$$c_{-11} = 0,69$$

$$c_{-10} = \frac{1657}{1189 - \frac{3+1}{2} - 1 \cdot 36,1}$$

$$c_{-10} = 1,39$$

Los otros factores se calculan de forma similar. Son los siguientes:

$$c_{-9} = 0,91$$

$$c_{-8} = 0,94$$

$$c_{-7} = 1,26$$

$$c_{-6} = 0,81$$

$$c_{-5} = 0,68$$

$$c_{-4} = 1,55$$

$$c_{-3} = 0,77$$

$$c_{-2} = 0,93$$

$$c_{-1} = 1,37$$

$$c_{-0} = 0,71$$

5. Ahora se promedia los factores estacionales que se calcularon con el mismo periodo de estación, es decir, c_{-11} , c_{-8} , c_{-5} y c_{-2} y así con los demás obteniendo:

$$c_{-2} = 0,807$$

$$c_{-1} = 1,394$$

$$c_{-0} = 0,799$$

6. Se pronostica la demandas con las siguiente fórmula para el tiempo $t=0$.

$$F_{t,t+T} = (S_t + TG_t)c_{t+t-N}$$

$$F_{0,1} = 1553 + 1 \cdot 36,3 \cdot 0,807 = 1282$$

$$F_{0,2} = 1553 + 2 \cdot 36,3 \cdot 1,394 = 2266$$

$$F_{0,3} = 1553 + 3 \cdot 36,3 \cdot 0,799 = 1328$$

Entendiendo que los resultados 1282, 2266 y 1328 hacen referencia al pronóstico del mes de enero, febrero y marzo respectivamente. Estos son un soporte para decir que el comportamiento de la demanda a medida que pasan los meses está tendiendo a un crecimiento en forma estacional y que si no se toman decisiones radicales con respecto a la capacidad va a generar un aumento en las bolsas no entregadas en todo los meses hasta que colapse el proceso y por consiguiente la pérdida del cliente único que tiene la empresa Cabot Colombiana S.A.

En la etapa de medición se logró determinar el rendimiento del sistema de las bolsas no entregadas a través del cálculo del nivel sigma, el resultado del

rendimiento obtenido fue de 89.3% lo que evidencia que se está fallando notoriamente en la entrega de las bolsas plásticas. Para comprobar que el resultado del rendimiento es veraz se realizó un estudio de la capacidad de cada operación que se realiza en la empresa dando como resultado que la empresa no está en la capacidad para satisfacer la demanda actual ni la futura. Ahora se pasara a la etapa de análisis de los datos obtenidos para si lograr encontrar las causas y determinar cuáles son las mejorar que contribuirán a que se entreguen más bolsas plásticas en el mes.

7. ETAPA ANALIZAR

En esta etapa, se definirá como es el rendimiento del sistema con respecto a los requisitos del cliente, y si está en capacidad de responder a la demanda mensual recibida.

Las siguientes hipótesis están definidas de acuerdo a la declaración del problema, y el árbol de medición, para decidir cómo se deben analizar los datos:

7.1 HIPOTESIS INICIAL

A partir del análisis de los datos recogidos en las etapas anteriores, se generan las siguientes hipótesis para decidir cómo analizar los procesos.

- Hipótesis 1: La capacidad del proceso no es suficiente para cumplir con la tendencia de la demanda.

Método de Análisis: Comparación entre la capacidad del proceso con los resultados de los pronósticos de la demanda.

- Hipótesis 2: La mayor cantidad de bolsas no entregadas, corresponde a las bolsas no limpiadas.

Método de Análisis: Realizar un diagrama comparativo sobre los datos de la cantidad de bolsas no entregadas, para determinar el porcentaje de bolsas que debían ser limpiadas.

- Hipótesis 3: La capacidad de la mano de Obra es suficiente para el proceso de producción del servicio tratamiento de bolsas plásticas.

Método de Análisis: análisis de los datos de estudio de tiempo con respecto a la capacidad del proceso.

7.2 ANALISIS DE DATOS Y PROCESOS

En orden de mantener la secuencia lógica del análisis, esta fase consta de tres etapas para analizar los datos que generen información vital sobre el problema tratado. Las etapas son las siguientes:

Exploración: Durante esta etapa se estudiarán todos los datos resultantes de la etapa de medición con el fin de descubrir características adicionales del problema, no identificadas en las etapas anteriores. Se realizará un análisis de la capacidad del proceso, el pronóstico de la demanda y los datos históricos recolectados de la empresa.

Generación de Hipótesis: a partir de los análisis resultantes de la etapa de exploración, se identificarán aquellas causas raíces sospechosas en el proceso mediante un diagrama de causa-efecto, que permita agrupar y analizar sistemáticamente las causas del problema, y establecer la información de entrada para la etapa siguiente.

Selección y Verificación de la (s) causa (s): utilizando el método de verificación lógica de las causas identificadas en la etapa anterior, se llegará a la o las causas que generan el problema de la no entrega de las bolsas en Reex Ltda.

7.2.1 Exploración. El estudio de tiempo permitió definir que el flujo del proceso de tratamiento de las bolsas toma un tiempo de 12.26 y 9.82 para la limpieza y aglutinado, respectivamente. A partir de allí, el cálculo de la capacidad arrojó la cantidad que Reex Ltda., puede procesar mensualmente.

Realizando un análisis a los datos históricos de la demanda de Reex en el año 2012, de las bolsas recibidas mensualmente en promedio, la proporción entre limpieza y aglutinamiento es de 65% - 35% respectivamente. Un análisis detallado de la capacidad del proceso de limpieza y el proceso de aglutinado,

permite asegurar que para los procesos de limpieza y aglutinado Reex no estaría en capacidad de responder a la demanda futura de Cabot, en el caso de que este exigiera la entrega mensual de las bolsas que envía.

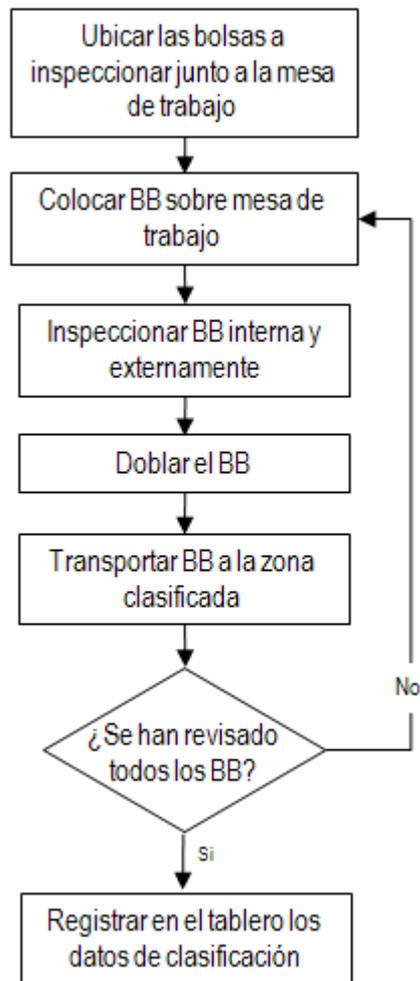
Así mismo, la capacidad efectiva del proceso de limpieza difiere en un 21% de la capacidad real, y la capacidad efectiva del proceso de aglutinado difieren en un 26% de la capacidad real, lo que genera sospechas que dentro del proceso de producción, existen otras causas asociadas al alto nivel de bolsas no entregadas.

El poco control de asistencia de los empleados, hace imposible calcular el nivel de ausentismo en la empresa, la informalidad del contrato de trabajo, y la falta de sanciones al respecto hacen que los empleados falten al trabajo por cualquier razón, resultando que en promedio un empleado falta semanalmente.

En el Curso grama analítico de inspección de la bolsa, se hace evidente la gran cantidad de transportes realizados en el proceso. El operario una vez revisa la bolsa y determina su clasificación se dirige a la zona donde se deben almacenar, realizando esta operación bolsa por bolsa, generando así transportes innecesarios en un proceso donde se deben recorrer 10 metros cada vez que clasifica una bolsa.

El siguiente diagrama de flujo del proceso de inspección fue realizado con base en la información del estudio de tiempo de esta actividad, donde se evidencian oportunidades de mejora para la reducción del transporte:

Figura 18. Flujo grama del proceso de inspección



Fuente: Autores de la Monografía

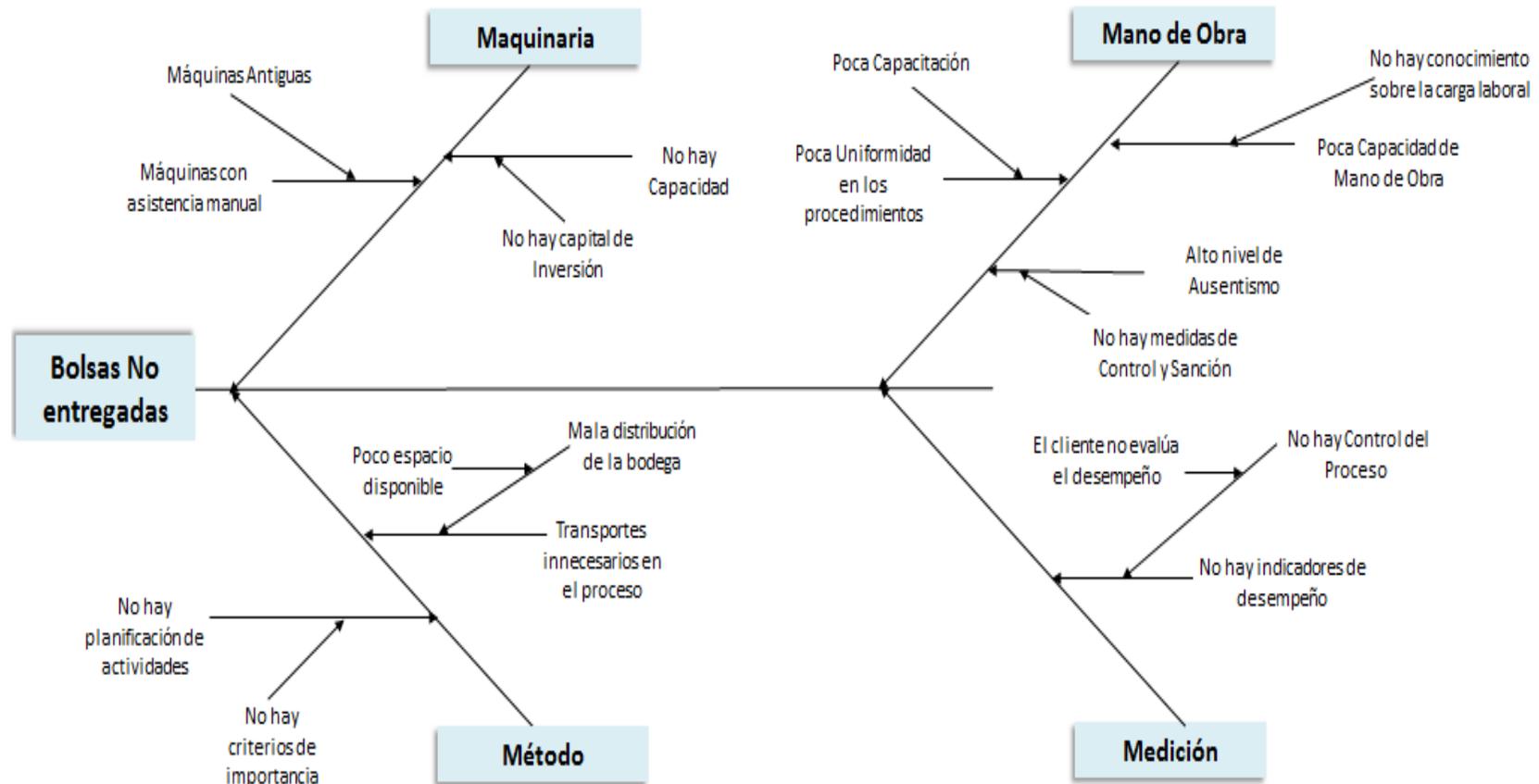
En el estudio de tiempo, se detallaron las actividades realizadas en el proceso de limpieza de bolsas, y de acuerdo a los datos de la capacidad de ese proceso, podemos definir que ese es el cuello de botella de la operación. El flujo de producción se ve reducido a la capacidad de este proceso, por tanto, en el diagrama de flujo a continuación, se explican en detalle las actividades y sus interacciones con el fin de determinar cuáles son las causas más profundas de esta situación:

7.2.2 Generación de Hipótesis. A continuación se elabora un diagrama de causa-efecto a partir de las causas que se sospechan causan el efecto de la no entrega de bolsas. Teniendo en cuenta la causa identificada en la etapa de

exploración donde la falta de capacidad de proceso y de mano de obra en general influyen en el problema.

Este diagrama permite el análisis sistemático de las causas de un efecto identificado, este diagrama se alimenta de las fases anteriores del DMAIC y de las situaciones identificadas durante el estudio de tiempo, así mismo, de la contribución de la opinión de los operarios y gerente general, quienes son finalmente quienes validan la veracidad de las causas.

Figura19. Diagrama de Ishikawa del proceso.



Fuente: Autores de la Monografía

Análisis del diagrama:

Se lograron identificar 4 tipos de causas, asociadas a la maquinaria, la mano de obra, los métodos empleados y la medición en el proceso.

En la primera clasificación, la falta de capacidad de las máquinas, resultado del estudio de tiempo, donde hay una máquina para sacudido y otra para aglutinado, restringiendo la operación a las capacidades que esas máquinas manejan. Así mismo, dichas máquinas son tan antiguas que tienen poca tecnología y requieren asistencia manual todo el tiempo para que puedan funcionar, lo que retrasa el proceso. Actualmente, no hay capital para invertir en un montacargas mecánico, ni en una máquina aglutinadora de mayor capacidad y más automatizada.

El recurso humano de la empresa tiene que repartirse entre las distintas operaciones que realiza la empresa, como se definió en el capítulo de evolución estratégica, Reex Ltda. También ofrece servicios de restauración y aglutinamiento de estibas plásticas y de madera, por lo que el recurso humano tiene que distribuirse las actividades de manera que cumplan con todos los servicios. El cálculo de la capacidad fue realizado teniendo en cuenta el tiempo de ciclo de cada proceso, pero si se agrega que los empleados no todos los días del mes se dedican a la línea de bolsas plásticas, se encuentra con una evidente falta de recurso humano. El gerente afirma que no tiene bases cuantificables para decidir si falta o no personal.

Así mismo, como se puede observar en la matriz de recursos humanos, no hay un perfil del cargo que permita definir los niveles de educación requeridos para realizar el proceso de tratamiento a las bolsas, por lo que no se tiene definido un plan de capacitación que permita mejorar el rendimiento de los empleados y la uniformidad en los procedimientos. Tal como se explicó en la etapa de exploración, el ausentismo de los empleados fue una de las causas

identificadas en la fase de medición, donde en promedio falta un empleado por semana, contribuyendo a la poca confiabilidad de la capacidad instalada.

En el método de producción, a partir de los curso gramas expuestos en el capítulo de medición, se observa los tiempos perdidos en los transportes de material que no añaden valor al proceso, debido a la mala distribución de las zonas de trabajo producto del poco espacio disponible en la bodega. Al mismo tiempo, las actividades correspondientes a los otros servicios ofrecidos por Reex, tales como la línea de estibas, son programadas mientras se realizan las actividades de tratamiento de las bolsas, de manera que, dichas actividades en muchas ocasiones son detenidas para iniciar otro servicio, sin existir criterios de importancia para la planificación de actividades.

7.2.3 Verificación de las causas. A partir de la lluvia de ideas estratificada que se realizó en el diagrama causa – efecto, se listaron las posibles causas de la no entrega de bolsas al cliente. A continuación se realizara la verificación lógica de cada una de ellas, con el apoyo de los empleados de Reex Ltda., quienes son los que tienen un conocimiento más profundo del proceso y validan la veracidad de las conclusiones.

La poca planeación de las actividades en Reex, se traduce en una mala administración de la capacidad instalada, que aun cuando no cumple con los niveles promedios de la demanda de Cabot, no se esta utilizando eficientemente.

Los pocos empleados y la poca capacidad de las maquinas en las operaciones contribuyen al bajo desempeño de la operación. Sumado a esto, no hay un control operacional que permita medir el rendimiento de la operación y establecer una programación de la producción basados en datos reales de la operación, que permita definir cuáles son los ciclos de trabajo que deberían realizarse para cumplir con X cantidad de servicios.

Esta situación se ve reflejada en el siguiente diagrama de correlación, donde las dos situaciones que más flechas salientes tienen, corresponden a las causas raíces del problema, de donde finalmente se generan los demás efectos, teniendo en cuenta que las demás causas definidas en el diagrama de causa – efecto también son válidas para el efecto en estudio.

8. ETAPA DE MEJORA Y PROPUESTAS PARA EL CONTROL

En el presente capítulo se expondrán en detalle las propuestas de mejora orientadas a eliminar las causas identificadas en la etapa de análisis, las cuales son la capacidad del proceso y la planificación de actividades. Así mismo, se realizarán sugerencias que podrían eliminar o disminuir el efecto de las demás causas identificadas en el diagrama de causa y efecto. Con ayuda de la herramienta 5W + 2H, se especificará el cómo y porqué de las propuestas. Adicionalmente al final del capítulo, se realizarán propuestas para el control de dichas propuestas y para el control en general del proceso, teniendo en cuenta el alcance de este estudio.

Se hace necesario el cálculo del costo de producción en la bodega, para definir como el tiempo ahorrado o invertido se refleja en las finanzas de la empresa. Con información suministrada por la gerencia de Reex Ltda., un promedio mensual en agua y luz son \$920.000, en salarios \$5.000.000 y en transporte de materia prima y producto terminado en promedio se invierten \$8.000.000.

De los datos anteriores se realiza el cálculo del costo promedio del tiempo de producción:

$$\begin{aligned} \text{Costo fijo} &= \text{Luz \$} + \text{Agua \$} + \text{Salarios \$} \\ \text{Costos variables} &= \text{Transporte \$} + \text{Elementos de trabajo \$} \\ \text{Costos de producción} &= \text{Costos Fijos} + \text{costos Variables} \\ \text{Costos de Producción} &= \$14.000.000 / \text{mes} \\ \text{Costos de Producción} &= \mathbf{\$997 / \text{minuto}} \end{aligned}$$

8.1 PROPUESTAS

PROPUESTA 1:

- **¿Qué?** Aumento de la capacidad del proceso de Aglutinado
- **¿Por qué?** Por la baja capacidad la máquina aglutinadora actual, la cual requiere asistencia 100% manual, y demanda mucho tiempo del operario.
- **¿Cómo?** Adquisición e instalación de una maquina aglutinadora. Adecuación de zona para ubicar la nueva máquina, traslado y archivo de la máquina antigua.
- **¿Quién?** Gerente y operarios.
- **¿Cuándo?** Cuando haya capital para la inversión.
- **¿Dónde?** Zona de aglutinamiento en la bodega de Reex Ltda.
- **¿Cuánto?** Costo de la nueva máquina \$7.000.000, y una hora invertida en instalación y ubicación equivalente a \$59.820. Resultando una inversión total de \$7.060.000.

En orden de aumentar la capacidad del proceso, una máquina aglutinadora nueva más automatizada permitirá el procesamiento de más bolsas sin la supervisión 100% del tiempo de un operario, permitiendo utilizar esta mano de obra en actividades de soporte a los demás procesos tales como limpieza e inspección.

Las características de la máquina aglutinadora son las siguientes:

Descripción del producto: La Aglutinadora es utilizada para dar densidad o granular los empaques flexibles como es la bolsa plástica, este proceso se requiere para tener una adecuada alimentación en la tolva de la Peletizadora u otras máquinas, además, está diseñada procesar cualquier tipo de Poliolefinas como puede ser polipropileno y polietileno de alta o baja densidad.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA:

Tabla 35. Descripción Técnica Maquina Aglutinadora Propuesta.

Cilindro de Aglutinado	Dimensiones: Diámetro 60cms. Alto 60cms en lámina de 7 16de espesor.
Estructura	Ancho: 75cms, largo: 145cms y altura de 55cms, en ángulo de 2 12x 3 16
Motor eléctrico	Trifásico de 30 HP, a 1750rpm
Eje	De 3 en acero 4340, montado en transmisión mecanizada para rodamientos
Poleas	Dos Tipo C, de 4 canales
Revoluciones	En el eje de 1.530rpm.
Producción	Ciento treinta (130) kg/hr, con plástico seco.
Volante de impulso o inercia	Uno, de 60 krs.

Fuente: Autores de la Monografía

La capacidad de la maquina es de 130 kg/hr, lo que representa una capacidad adicional de 40 bolsas/hr con respecto a la aglutinadora actual de la empresa.

Realizando el cálculo de la capacidad para este proceso, una bolsa tardaría 2.30 min en ser aglutinada por la máquina. El cálculo de la capacidad de la propuesta fue realizado de la misma forma, que el cálculo de la capacidad actual, dando como resultado los siguientes valores de capacidad.

Tabla 36. Comparación capacidad actual vs Capacidad de la propuesta.

Proceso Aglutinado	Actual	Propuesta
Capacidad Teórica	1171	1695
Capacidad Efectiva	913	1321
Capacidad Real	630	913

Fuente: Autores de la Monografía

Sintetizando la información anterior, los beneficios asociados con esta propuesta son los siguientes:

- Aumento de la capacidad real del proceso de aglutinado en un 45%.
- Disminución de la fatiga de los trabajadores, por reducción del tiempo asistiendo a la máquina.

PROPUESTA 2: Optimización del proceso de Inspección.

El objetivo de esta propuesta es reducir tiempos empleados en los transportes de la operación de inspección. Como se observa en el Cursograma analítico en la etapa de definición, para la operación de inspección, una vez que es inspeccionada cada bolsa, es transportada a la zona establecida según su clasificación, causando empleo de tiempos innecesarios y fatiga al operario por la monotonía del proceso. De la misma forma como todas las bolsas son ubicadas a un lado de la mesa de trabajo para su inspección, se pueden organizar pilas a un lado de la mesa según las bolsas clasificadas, transportando las bolsas al final de todo el proceso de inspección, con la ayuda del carro transportador de la bodega. De esta manera se reducirán los transportes y por ende tiempo en la operación, aumentando así su capacidad. La propuesta se ve reflejada en el siguiente Cursograma analítico, donde se observa una reducción del metros recorrido en 39m, lo que se traduce en una significativa reducción en tiempo.

- **¿Qué?:** Optimización del proceso de inspección
- **¿Por qué?** Tiempos innecesarios invertidos en tareas que pueden ser simplificadas.
- **¿Cómo?** Estandarización del nuevo procedimiento y divulgación a los empleados.
- **¿Quién?** Gerente y operarios.

- **¿Cuándo?** Cuando disponga la gerencia.
- **¿Dónde?** Zona de inspección.
- **¿Cuánto?** La inversión de tiempo de esta propuesta, se estima de 2 horas en su divulgación y entrenamiento. El minuto de producción en la bodega tiene un costo de \$997 por lo tanto, se invertirán \$119.658.

Los Beneficios obtenidos de la implementación de esta propuesta son los siguientes:

- Disminución en la fatiga de los trabajadores
- Reducción de las distancias recorridas.

Tabla 37. Cursograma analítico de la propuesta 2.

Cursograma analítico	Operario/Equipo							
Diagrama núm.: 1 Hoja núm. 1 de 2	Resumen							
Objetos: Bolsas plásticas y porta estibas...	Actividad	Actual	Propuesta		Economía			
Actividad: Inspeccionar un paquete de 20 bolsas plásticas. Método: Propuesta. Lugar: Bodega de Reex LTDA.	Operación.	46	46		0			
	Transporte.	6	2		3			
	Espera.	6	1		5			
	Inspección.	20	20		0			
	Almacenamiento.	1	1		1			
	Operario: Edwin Arroyo	Distancia (m)	71	31		39		
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Símbolos				Observaciones	
			○	➡	D	□	▽	
Bolsa en almacén							.	
Tomar las bolsas del almacén con la porta estibas y	20	1		.				
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.					
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.					
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					
Inspeccionar la bolsa						.		
Doblar bolsa			.					
Marcar bolsa según el defecto y ubicar a un costado de la mesa de trabajo.			.					Marcar con Rot de rotura
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.					

Tabla 37. Cursograma analítico de la propuesta 2. (Continuación)

Inspeccionar la bolsa						.	
Doblar bolsa			.				
Marcar bolsa según el defecto y ubicar a un costado de la mesa de trabajo.			.				Marcar con Fat. De Fatiga
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.				
Inspeccionar la bolsa						.	
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.				
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.				
Inspeccionar la bolsa						.	
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			.				
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.				
Inspeccionar la bolsa						.	
Doblar bolsa			.				
Marcar bolsa según el defecto y ubicar a un costado de la mesa de trabajo.			.				Marcar con Fat. de Fatiga
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		.				
Inspeccionar la bolsa						.	
Doblar bolsa			.				
Marcar bolsa según el defecto y ubicar a un costado de la mesa de trabajo.			.				Marcar con OQ

Tabla 37. Cursograma analítico de la propuesta 2. (Continuación)

Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1						
Inspeccionar la bolsa						•	
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			•				
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		•				
Inspeccionar la bolsa						•	
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			•				
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		•				
Inspeccionar la bolsa						•	
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			•				
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		•				
Inspeccionar la bolsa						•	
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			•				
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		•				
Inspeccionar la bolsa						•	
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			•				
Tomar bolsas y abrir en mesa de trabajo.	1		•				
Inspeccionar la bolsa						•	
Doblar bolsa y ubicar en estibas.			•				
Anotar en el tablero de control esa clasificación.			•				Todas las clasificaciones.
Transportar las bolsas según su depósito.		30		•	•		Depósitos: Picado y parches.

Fuente: Autores de la Monografía

PROPUESTA 3: Maximización del flujo de las operaciones a través del Balanceo de línea

- **¿Qué?** Balanceo de Línea
- **¿Por qué?** Desequilibrio en el proceso. Se necesita hallar el flujo óptimo de las operaciones.
- **¿Cómo?** Contratación de nuevo personal en la tarea de inspección.
- **¿Quién?** Gerente y operarios.
- **¿Cuándo?** Cuando disponga la gerencia.
- **¿Dónde?** Zona de Inspección.
- **¿Cuánto?** Contratación de nuevo personal con un sueldo de \$500.000/persona.

El balanceo de línea es una técnica que establece la mejor distribución de mano de obra e inventarios para maximizar el flujo de las operaciones. Esta permite aumentar en cierto modo la capacidad efectiva de todo el proceso buscando un equilibrio en las cargas de trabajo de cada una de las tareas. A continuación se ejecuta el balanceo de línea para las 2 operaciones limpieza general y aglutinado de bolsas plásticas.

Limpieza general de bolsas plásticas.

Obtenida la capacidad efectiva de cada una de las tareas (inspección, sacudido y limpieza) de la operación de limpieza y observar que debido al tiempo que se requiere para realizar la tarea número 3 no se ha podido cumplir con la demanda actual, es decir, el cuello de botella se encuentra en la tarea 3 o inspección. La solución para el aumento de esta capacidad se propondrá a través de un balanceo de línea que a continuación se describe.

Para balancear las líneas se debe atacar la tarea que más tiempo demora en ejecutar su función, en este caso es la 3. Incluir en esta una segunda mesa de trabajo y 2 trabajadores más nos traerá un aumento en la capacidad efectiva de 401 bolsas/mes, ya que aumentara la tarea 3 a 883 bolsas/mes.

Tarea 1. Inspección. Tiene una capacidad efectiva de 883 bolsas/mes y trabaja con una eficiencia del 100%. Con el balanceo de línea continuara del mismo modo.

$$Capacidad\ inspección = \frac{\frac{12480-1920-1440}{3} \frac{min}{mes}}{3.44\ min/bolsa} = 883\ bolsas/mes$$

Tarea 2. Sacudido. Cuenta con una capacidad efectiva de 1122 bolsas/mes pero solo entran 883 bolsas/mes del proceso de inspección por tanto trabaja con una eficiencia del 79%. Aplicando el balanceo de línea seguirá en las mismas condiciones.

$$Capacidad\ sacudido = \frac{3040\ min/mes}{2.71\ min/bolsa} = 1122\ bolsas/mes$$

Tarea 3. Limpieza. Antes de realizar el balanceo de línea esta era el cuello de botella de la operación pero al aumentar una mesa de trabajo y dos trabajadores se incremento su capacidad efectiva llegando a limpiar 964 bolsas/mes, trabajando así a una eficiencia del 91.5%%.

$$Capacidad\ Limpieza = 2 \frac{3040\ min/mes}{(6.31min/bolsa)} = 964\ bolsas/mes$$

La capacidad efectiva del proceso será de 883 bolsas/mes.

Para esta propuesta implica adicionar al proceso un activo fijo existente en la empresa lo cual no será un costo. Caso contrario ocurre con suministrar 2 personas adicionales que trabajen en la mesa de trabajo ya que aumentaría la nomina en \$ 1.000.000 que corresponden a 2 salarios.

Los beneficios que trae la aplicación de esta propuesta superan la inversión realizada en gran cantidad de dinero, solo con el hecho de limpiar 401

bolsas/mes implican casi el doble de la producción anterior, garantizando así un equilibrio entre ingresos y costos, el valor es reservado por los autores de la monografía a petición de Reex LTDA.

Aglutinado de bolsas plásticas.

Aplicando el mismo concepto de balanceo de línea pero en este caso para la operación de aglutinado se observó que el cuello de botella es la tarea número 2 que en la actualidad ha impedido el cumplimiento con la demanda. La capacidad efectiva de la operación está en 883 bolsas/mes la cual es el ritmo de trabajo de la tarea de inspección. La propuesta del balanceo de línea para esta operación consiste en agregar una mesa de trabajo y un trabajador para que con mismo tiempo que se inspeccionaba 1 bolsa ahora se inspeccionen 2.

Tarea 1. Inspección. En esta tarea se evidencia el cuello de botella pero realizando el balanceo de línea aumenta su capacidad efectiva a 1766 bolsas/mes y mantiene su eficiencia del 100%.

$$Capacidad\ inspección = 2 \frac{\frac{12480-1920-1440}{3} \frac{min}{mes}}{3.44\ min/bolsa} = 1766\ bolsas/mes$$

Tarea 2. Sacudido. Cuenta con una capacidad de 1081 bolsas/mes pero debido a que la tarea anterior era el cuello de botella solo salían las que alcanzaban a entrar que eran 883 bolsas con una eficiencia del 82%. Aplicando el balanceo de línea se utiliza toda la capacidad que es de 1081 bolsas/mes con una eficiencia del 100%.

$$Capacidad\ Picado = \frac{\frac{7800-1200}{2} \frac{min}{mes}}{3.05\ min/bolsa} = 1081\ bolsas/mes$$

Tarea3. Aglutinado. En esta tarea al igual que la anterior entran y salen 883 bolsa/mes con una eficiencia con una eficiencia del 97%. Con el balanceo de línea se procesara 913 para una eficiencia del 100%.

$$Capacidad\ Aglutinado = \frac{3040\ min/mes}{3.33\ min/bolsa} = 913\ bolsas/mes$$

Capacidad efectiva del proceso es 913 bolsas/mes.

Igual que el proceso de limpieza general en la operación de aglutinamiento se ubicara 1 mesa de trabajo adicional la cual ya es un activo fijo de la empresa, además de esto se dispondrá de un trabajador contratado, es decir, perteneciente a la empresa. Este balanceo es consecuente con el de limpieza general.

En conclusión el balanceo de línea va a contribuir a aumentar la capacidad efectiva de la empresa logrando una maximización en el flujo de las dos operaciones. El siguiente cuadro nos muestra claramente como se incrementaría la capacidad si se ejecuta la mejora.

Tabla 38. Comparación capacidad actual y mejorada.

Operación	Capacidad efectiva actual	Capacidad efectiva mejorada	Tarea mejorada
Limpieza general	482 bolsas/mes	883 bolsas/mes	Limpieza
Aglutinado	883 bolsas/mes	913 bolsas/mes	Inspeccion

Fuente: Autores de la Monografía

8.2 PROPUESTAS PARA SEGUIMIENTO Y CONTROL

Con el fin de medir el desempeño y rendimiento de la operación, se propone la implementación y control de los siguientes indicadores en etapas específicas de la operación que le permitirán establecer las bases para la valoración e impacto de las mejoras. Lo ideal es que estos indicadores sean implementados

antes y después de la puesta en marcha de cualquiera de las mejoras listadas anteriormente, con el fin de tener una base comparativa que valide la efectividad de las mismas.

- Nivel de Ausentismo mensual

$$\% \text{ Ausentismo}_{\text{Operario}} = \frac{X \text{ días no trabajados por mes}}{\text{Total días de trabajado mes}} \times 100$$

$$\% \text{ Ausentismo}_{\text{Total}} = \frac{\% \text{ Ausentismo}_{\text{Operario}}}{\text{Numero total de trabajadores}}$$

- Nivel de rendimiento mensual

$$\text{Nivel de Rendimiento} = \frac{\text{Capacidad real mes}}{\text{Capacidad efectiva mes}}$$

- % cumplimiento de la demanda

$$\% \text{ cumplimiento demanda} = \frac{\text{Cantidad Bolsas recibidas mes}}{\text{Cantidad Bolsas entregadas mes}}$$

- Productividad.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Valor real producido}}{\text{Valor esperado de la produccion}} \times 100$$

- Entrega de pedidos en perfecto estado.

$$\% \text{ de rechazo} = \frac{N^{\circ} \text{ de bolsas rechazadas}}{N^{\circ} \text{ bolsas entregadas}} \times 100$$

Todas estas mejoras han sido consignadas en la Tabla 38., haciendo uso de la metodología 5w + 2h, permitiendo la visualización de los actores importantes en la mejora.

Tabla 39. Propuestas a través de la metodología 5w + 2h

Objetivo		Meta: Lograr la situación deseada de los indicadores descritos a continuación						Recursos Consumidos por el plan (¿Cuánto?)
Aumentar la capacidad del proceso de los procesos de limpieza y aglutinado		a) Indicador (Situación Actual / Situación Deseada)			Control de fechas:			Humanos
		Capacidad Efectiva	Actualidad	Situación deseada	Fecha de elaboración			Jorge Luis Vital
		Capacidad efectiva Limpieza	482 bolsas/mes	883 bolsas/mes	12/04/2012			Edwin Arroyo
		Capacidad efectiva Inspección	883 bolsas/mes	1766 bolsas/mes	Fecha Límite:			Fray Polo
		Capacidad Operación Aglutinado	913 bolsas/mes	1321 bolsas/mes	12/04/2014			Jacobo Rosales Jaime Castillo
b) Definición clara de entregables							Materiales	
Luego de la aplicación de cada una de las propuestas, contempladas en el balanceo de línea, se entregara Un reporte que describirá el cumplimiento de los indicadores con la situación deseada.								
MÉTODO:				Nombre y Firma de quien autoriza:				
No.	¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Dónde?	Avance	
1	Compra de Aglutinadora	Baja capacidad del proceso	Inversión de 7,060,000	Jaime Castillo	Por Definir	Zona de Aglutinado		
2	Contratación nuevo personal	Baja capacidad del recurso humano	\$ 119.658	Jaime Castillo	Por Definir	Zona de Aglutinado		
3	Administración de la capacidad	No hay planificación de las actividades, por eso no se programa la operación en orden de cumplir con una cantidad de bolsas mensuales.	Contratación de nuevo personal, inversión \$1.000.000	Jaime Castillo	Por Definir	Producción		

Fuente: Autores de la Monografía

9. RECOMENDACIONES

De las propuestas sugeridas en este trabajo se recomienda lo siguiente:

- Debido a que el proceso de inspección es un proceso crítico para la clasificación de las bolsas, y como lo vimos en el presente estudio, requiere gran cantidad de tiempo, se recomienda la propuesta 2 con el fin de hacer un uso eficiente del tiempo, y con una inversión de 2 horas en entrenamiento al personal, se divulguen e implementen los nuevos pasos a seguir en este proceso de inspección. El arrume de las bolsas clasificadas y posterior transporte al área de almacenaje, permitirá ahorros en tiempo, que comparado con la inversión inicial en tiempos para capacitación y adaptación de los operarios generan más beneficios.
- Se recomienda la implementación de la propuesta 1, en cuanto se tenga el capital de inversión. Con esta propuesta se refleja un aumento en la capacidad del proceso de aglutinado en un 45%. La inversión inicial es de \$7.000.000, y 1 hora dedicada a la instalación y ubicación de la máquina en la bodega. Teniendo en cuenta que un minuto de producción equivale a \$997 pesos, la inversión de esta propuesta es \$7.060.000.
- La propuesta 3 es viable por que va incrementar significativamente la producción con solo invertir en 2 trabajadores adicionales que en realidad van a garantizar el cumplimiento de la demanda. Si se invierte en la contratación de 2 trabajadores y se va a lograr un aumento significativo en la producción, es decir de 482 bolsas/mes se va a pasar a 883 bolsas/mes en la parte de limpieza general y de aglutinado de 883 a 913 bolsas/mes porque no aplicar esta propuesta si va a lograr casi el doble en una actividad y en la otra 30 bolsas más. Si comparamos que con 4 trabajadores se lograban 482 bolsas/mes y con 2 más 913

bolsas/mes se esta logrando una gran inversión con \$1.000.000 que cuesta la contratación de 2 trabajadores.

- Los indicadores para el control operacional de la producción, se recomienda a Reex Ltda., que sean implementados lo mas pronto posible, ya que ellos permitirán medir con exactitud el progreso de la operación. Se recomienda la consolidación mensual de estos indicadores, para que se aprecie la evolución del desempeño de los procesos.

10. CONCLUSIONES

La aplicación de la metodología DMAIC para la optimización del proceso de limpieza y aglutinado FIBC en Reex Ltda., con el fin de establecer un sistema que permita adaptar las operaciones a una demanda requerida y saber cuanto porcentaje de esa demanda es cumplido por la empresa fue el objetivo principal de esta investigación.

En el capítulo del marco teórico se definieron los conceptos principales del estudio, tales como la filosofía Seis Sigma de donde se deriva la metodología aplicada DMAIC, así como la explicación de cada una de las fases de esta metodología y la definición de las herramientas que se emplearon en el estudio, permitiendo al lector construir una base teórica para entender en desarrollo del mismo.

Posteriormente, la descripción de la evolución estratégica de la empresa logro determinar cuales fueron los inicios de la empresa, y cuales son las proyecciones y expectativas futuras de la misma. Reex Ltda., inició en 1981 un una bodega en arriendo dentro de una empresa y hoy día ya cuenta con un terreno propio en la zona de mamona-gambote. Desde sus inicios ha tenido el mismo cliente, Cabot Colombiana, que ha aumentando la capacidad de sus operaciones, lo que refleja un aumento proporcional de las operaciones de Reex Ltda., el cual se ha convertido en un proveedor estratégico de Cabot por suministrarle un servicio a las FIBC que son vitales en su proceso de producción y comercialización. Esta posición de Reex frente a su cliente – proveedor único del proceso, ha impulsado a su gerente a iniciar gestiones con el fin de anticiparse a los requerimientos futuros de Cabot, y evitar problemas futuros en esta relación.

Sumado a esto, la competitividad de Reex Ltda., frente a sus clientes, competidores futuros y productos sustitutos no es muy fuerte, tal como se pudo apreciar en el capítulo de Diagnostico del medio Ambiente Interno y Medio

Ambiente externo, donde según la investigación de mercado realizada, cualquier empresa perteneciente al sector de limpieza y con poco capital de inversión, puede hacerle frente a Reex como competidor. Adicionalmente, la nueva implementación en los mercados europeos de FIBC fabricados a base de materiales orgánicos no reutilizables y ambientalmente amigables es una de las fuertes amenazas paralela a la de los competidores, siendo una de las razones por la que el gerente de Reex., quiere optimizar sus operaciones.

Con el objetivo de anticiparse a los requerimientos futuros de su cliente, el gerente de Reex necesita adaptar su proceso de tratamiento de bolsas a las demandas mensuales de su cliente, para lograr entregar el 100% de las bolsas que recibe en el mes, razón por la cual, se realiza la aplicación de la metodología DMAIC.

En la etapa de definición del problema, se identifican las bolsas no entregadas en el mes como el problema principal y el defecto a medir y analizar en las etapas posteriores de la metodología. Se definió el alcance del proyecto, el cual aplicara solo dentro de las instalaciones y procesos de Reex Ltda., y la metodología llegara hasta la fase de mejora, donde por las características de tiempo y presupuesto del presente trabajo de grado, se sugerirán propuesta de mejora y medidas de control para el seguimiento de las mismas. En esta fase de la metodología se conocieron los requisitos del cliente, Cabot Colombiana, con el fin de analizar en las etapas posteriores como el sistema de Reex cumple actualmente con estos requisitos.

En la etapa de medición se recopilaron los datos necesarios para medir todas las variables del defecto definido en la fase anterior de la metodología, y todas aquellas condiciones que permitieran analizar las dimensiones y magnitud del efecto de las bolsas no entregadas mensualmente, tales como la capacidad del proceso, y el cálculo del pronóstico de la demanda. Los datos históricos de la empresa no contemplaban algún estudio del tiempo que se tomaba procesar una bolsa, por lo que fue necesaria la realización de un estudio de tiempo previo a la medición de la capacidad del proceso. Donde resultaron los tiempos

de ciclos para la limpieza y el aglutinamiento de bolsas plásticas, permitiendo el cálculo de la capacidad del sistema.

Se logró medir la capacidad del sistema de producción, evidenciando que actualmente la empresa no cuenta con la capacidad suficiente para responder al 100% de la demanda de su cliente, ya que contrastando los resultados, con comportamiento de la demanda en el capítulo de evolución estratégica de la empresa, y los datos de la medición de la demanda futura, para un promedio de 883 bolsas/mes.

Identificado el problema de capacidad del sistema, en la etapa de análisis, se examinaron los datos de la capacidad, el pronóstico de la demanda y la información del estudio de tiempo, proveniente de los cursogramas, para identificar las posibles causas de las bolsas no entregadas en el mes. Para esto, se aplicó la herramienta del diagrama de causa-efecto, la cual es una técnica de lluvia de ideas estratificadas que ayuda a organizar las posibles causas de un problema, permitiendo seleccionar las causas tales como, la falta de capacidad, el alto ausentismo, los excesos en el transporte de material dentro de la bodega, la mala planificación de las actividades que no tienen en cuenta el cumplimiento de las demandas de cada una de ellas y el poco control operacional del proceso. A través de una verificación lógica de las causas con el soporte del personal de Reex Ltda., se concluyó que la mala planificación de las actividades, la poca capacidad del personal y la maquinaria y el control operacional son las causas que generan el alto nivel de bolsas no entregadas mensualmente.

Por tanto, las propuestas de mejora están enfocadas a la disminución o eliminación de las mismas, el balanceo de línea permitirá a su gerente conocer el porcentaje de cumplimiento de las demandas mensuales y administrar la capacidad de su proceso con datos reales, el control operacional se hará de manera más efectiva con la utilización de los indicadores propuestos, que harán la medición de los datos más relevantes en el momento que

corresponden. Las propuestas de contratación de personal y adquisición de nueva maquinaria para el aumento de la capacidad, son proyectos a largo plazo que requieren inversión, pero son soluciones contundentes al problema de capacidad. Por otro lado, las propuestas de la reducción de transporte en las actividades de inspección y sacudido son propuestas a corto plazo que no requieren inversión.

Los resultados del presente estudio permitirán la recolección de la información crítica del proceso de tratamiento de bolsas, que servirán para el mejoramiento continuo del sistema, ya que los datos reflejados por los indicadores propuestos para el control y seguimiento de las presentes propuestas, conllevaran a la visualización real del proceso y la identificación de oportunidades de mejora al mismo.

11. BIBLIOGRAFIA

ANAYA, Julio. Logística Integral: La gestión operativa de la empresa. Edición 4º. Madrid: ESIC EDITORIAL, 2011. 290 p. ISBN: 978-84-7356-489-2.

CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas J. y JACOBS, F. ROBERT. Administración de la producción y operaciones: Manufactura y servicio. Edición 8º. Bogotá: Mc Graw Hill, 2000. 776 p. ISBN: 978-970-10-7027-7.

GITMAN, Lawrence J. Principios de administración financiera. Edición 11º. México: Pearson, 2007. 676 p. ISBN: 970-26-0428-1.

GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. Calidad Total y productividad. Edición 2º. México D.F: Mc Graw Hill, 2005. 421 p. ISBN: 970-10-1332-8.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Documentación: Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos investigativos NTC 1486. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2008. 36 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Referencias documentales para fuentes de información electrónicas NTC 4490. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2008. 23 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Referencias bibliográficas: Contenido, forma y estructura NTC 5613. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2008. 33 p.

LINARES MILLAN, Carmen. Economía y organización de empresas constructoras. Valencia: UPV, 2001. ISBN: 84-9705-067-3

NAHMIAS, Steven. Análisis de la producción y las operaciones. Edición 5º. México D.F.: Mc Graw Hill, 2007. 758 p.

NOORI, Hamid y RADFORD, Russell. Administración de operaciones y producción: Calidad total y respuesta sensible rápida. Bogotá: Mc Graw Hill, 1997. 648 p. ISBN: 958-600-603-4.

PANDE, Peter S. Seis Sigma: Las claves prácticas de seis sigma una guía dirigida a los equipos de mejora de procesos. Madrid: Mc Graw Hill, 2004. 382 p il.

PORTER, Michael E. Estrategias competitivas: técnica para el análisis de los sectores industriales y de la competencia. Edición 16º. México: CECOSA, 1992. 407 p.

Publicado con la dirección de KANAWALY, George. Introducción al estudio del trabajo: OIT. Edición 4^o. México D.F: LIMUSA, 2008, 442 p il.

RODRÍGUEZ MARTINEZ, Mauricio. Método MR: Maximización de los resultados para las pequeñas empresas de servicio. Edición 1^o. Santa Fe de Bogotá. Norma, 2005. 149 p. ISBN: 958-04-9127-5.

ZABALA SALAZAR, Hernando. Planeación estratégica aplicada a cooperativas y demás formas asociativas y solidarias. Colombia: Universidad cooperativa de Colombia, 2005. 129 p. Página 96. ISBN: 958-8205-60-3.

12. ANEXOS

Anexo A Formulario de Estudio de tiempo (registro de observaciones).

Estudios de tiempos						Reex Ltda. F-CAL-01		Rev. 1	
Departamento:				Estudio núm:					
Operación		Estudio de métodos núm:		Hoja núm:		de			
Instalación/máquina		Núm:		Término:					
Herramientas y calibradores				Comienzo					
				Tiempo Trasc:					
				Operario:					
				Ficha Núm:					
Producto/pieza:		Núm:		Observado por:					
Plano núm:		Material:		Fecha:					
Calidad:				Comprobado:					
<i>Nota: Croquis de lugar de trabajo/montaje /pieza al correo o en hoja acorde adjunta.</i>									
Descripción del elemento	V.	C.	T.R.	T.B.	Descripción del elemento	V.	C.	T.R.	T.B.
Nota: V.= Valoración C. = Cronometraje T.R. = Tiempo restado T.B. = Tiempo básico									

Anexo B Formulario de resumen de estudio. (Después)

Resumen del estudio						Reex Ltda. F-CAL-02		Rev. 1	
Departamento		Sección:		Estudio n°núm:					
Operación:		Estudio de métodos núm:		Hoja núm:		de			
Instalación/máquina:		Núm:		Fecha:					
Herramientas y calibradores				Término:					
				Comienzo:					
				T. transcurrido:					
Producto/pieza:		Núm:		T.punteo:					
Plano núm:		Material:		T. neto:					
Calidad:		Condiciones de trabajo:		T. Observado:					
				Diferencia:					
				Idem como %					
Operario:		Sexo:		Ficha núm:		Observado por:			
						Comprobado por:			
Croquis y XXXXX									
El núm.	Descripción del elemento			T.B.	F.	Obs.			
<i>Nota: T.B. = Tiempo Básico. F. = Frecuencia de aparición por ciclo Obs. = Núm de Observaciones</i>									

Anexo C Formulario de análisis de los estudios. (Después).

										Reex Ltda. F-CAL-03		Rev. 1			
Análisis de los Estudios:															
Operación:										Departamento		Sección:			
Datos de máquinas, metriales, etc:	Estudio núm:									Totales (ciclos)	Tiempo básico o medio seleccionado por vez	Frecuencia por ciclo	Tiempo básico por ciclo	Personal + Fatiga = Suplem. Por descanso	Tiempo Tipo M.T./H.T. Por:
	Fecha:														
	Operario:														
	Ficha núm:														
	Máquina núm:														
Realizado por:															
Núm de ciclos obs:															
EL Núm:	Descripción del elemento:	Tiempos Básicos							M.B.	M.B.		M.B.	%	M.T.	
Nota: EL = elemento		M.B. = minutos básicos					M.T. = minutos tipo								