

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Rediseño de la línea de producción de aerosoles de pintura para incrementar la productividad en *Superbia, Grupo Solid Guatemala*.

Trabajo de graduación presentado por

Walter Osberto Pellecer de la Cruz

para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología

Industrial

Guatemala

2013

**REDISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AEROSOLLES DE
PINTURA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN
*SUPERBIA, GRUPO SOLID GUATEMALA.***

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Rediseño de la línea de producción de aerosoles de pintura para incrementar la productividad en *Superbia, Grupo Solid Guatemala*.

Trabajo de graduación presentado por

Walter Osberto Pellecer de la Cruz

para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología

Industrial

Guatemala

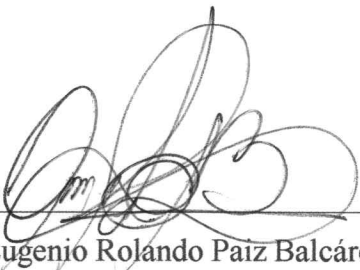
2013


Vo. Bo.:

(f) 
Inga. Catherine Michelle Santizo Parada de Rodas

Tribunal Examinador:

(f) 
Inga. Catherine Michelle Santizo Parada de Rodas

(f) 
Ing. Otto Eugenio Rolando Paiz Balcárcel

(f) 
Inga. Alejandra Bonilla Barreda

Fecha de aprobación: Guatemala 13 de Mayo de 2013

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
A. General	2
B. Específicos	2
III. JUSTIFICACIÓN	1
IV. BASE TEÓRICA	4
A. Estudio de tiempos	4
B. Estudio de movimientos	4
C. Calificación del desempeño	4
D. Diseño del lugar de trabajo	4
E. Diagrama de operaciones	4
F. Diagrama de flujo	5
G. Diagrama de recorrido	6
V. SISTEMA ACTUAL DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AEROSOLES	7
A. Generalidades	7
B. Diagramas existentes en la línea de producción de aerosoles	9
1. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP)	9
2. Diagrama de Flujo de Proceso (DFP)	9
3. Diagrama de Recorrido de Proceso (DRP)	9
C. Identificación de problemas de la línea de producción de aerosoles	17
VI. REDISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AEROSOLES	19
A. Comparación con otras máquinas	19
B. Sistema propuesto	19
VII. DIAGRAMA DE PROCESOS	24
A. Operaciones estándar requeridas y tiempos estándar asignables	24
B. Descripción de operaciones estándar	24

C.	Tiempos estándar de operaciones	25
D.	Análisis de tiempos actuales	27
E.	Diagrama de operaciones	33
F.	Diagrama de flujo	40
G.	Diagrama de Recorrido	48
VIII.	ANÁLISIS DE RENTABILIDAD	50
A.	Costo de inversión de rediseño	50
B.	Ahorro por disminución del personal	50
C.	Producción mensual de Aerosoles	51
D.	Resultados	51
IX.	MEJORA CONTINUA	53
A.	Implementación de Método 5` s en el área de producción de Aerosoles	53
B.	Etapas de la Implementación del método de las 5` s	54
C.	¿Cómo aplicar las 5` s?	54
D.	Ventajas de aplicar 5` s	60
X.	CONCLUSIONES	61
XI.	RECOMENDACIONES	62
XII.	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIA DE INTERNET	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Línea de producción de aerosoles actual	7
Figura 2 – Línea de producción de aerosoles actual 2	8
Figura 3 - Distribución original de la línea de aerosoles.	8
Figura 4 - Distribución del personal actual de la planta de aerosoles.....	9
Figura 5 - Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP)	10
Figura 6 - Diagrama de Flujo de Proceso (DFP)	13
Figura 7 - Diagrama de Recorrido de Proceso.....	17
Figura 8 – Diseño de Estructura para tanques de pintura	20
Figura 9 – Diseño de tolva para almacenamiento de pintura.....	21
Figura 10 – sistema de llenado propuesto	21
Figura 11 – Diseño propuesto para línea de producción	22
Figura 12 – Distribución de personal propuesta	23
Figura 13 - Formato de toma de tiempos.....	26
Figura 14 - Método Actual - Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP).....	33
Figura 15 - Método Propuesto - Diagrama de Operaciones de Procesos (DOP).....	37
Figura 16 - Método Actual - Diagrama de Flujo de Proceso (DFP).....	40
Figura 17 - Método Propuesto - Diagrama de Flujo de Proceso (DFP).....	45
Figura 18 - Método Actual - Diagrama de Recorrido de Proceso	48
Figura 19 - Método Propuesto - Diagrama de Recorrido de Proceso (DRP).....	48

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 - Símbolos utilizados en Diagrama de operaciones	5
Tabla 2 – Símbolos utilizados en Diagrama de Flujo	6
Tabla 3 – Valor de ritmo de trabajo.....	27
Tabla 4 – Tiempos cronometrados	28
Tabla 5 – Tiempos Estándar de operación.....	32
Tabla 6 – Costos por rediseño de línea de producción	50
Tabla 7 – Ahorro en costos por personal	50
Tabla 8 – Producción mensual - Utilidades.....	51
Tabla 9 - Resultados	51
Tabla 10 - Producción por día	52
Tabla 11 - Implementación por etapas de la 5`s	53

RESUMEN

Corona FastDry, es la línea de aerosoles de pintura que distribuye *Grupo Solid Guatemala*. Anteriormente, este producto era importado desde China, pero a partir del año 2012, se inicia a producir en Guatemala, en la ciudad de Escuintla.

El trabajo consistirá, en un rediseño de la línea de fabricación de aerosoles de pintura, con el fin de mejorar la productividad y eficiencia en la producción. Para ello, se realizará un estudio de tiempos y movimientos, el cual, nos servirá para disminuir las actividades que no le agregan valor al proceso de producción y, volverlo así más eficiente. Se aplicará el método de las 5`s para lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y, limpios de forma permanente, para conseguir así, una mayor productividad y un mejor entorno laboral. Se implantarán BPM (Buenas Prácticas de Manufactura), para hacer un proceso de producción continuo y rentable para la empresa. También se ejecutarán automatizaciones y mejoras en el área, para hacer que las actividades antes mencionadas, sean factibles y realizables.

Se realizará el análisis financiero, con el que se evaluará, desde el punto de vista económico, el impacto en el rediseño de la línea de producción de aerosoles, para implementarlo en *Superbia, Grupo Solid Guatemala*.

I. INTRODUCCIÓN

El trabajo expuesto, trata sobre un proyecto de mejora en la empresa *Superbia, Grupo Solid Guatemala*, en la que se aborda la problemática de una baja eficiencia en la fabricación de aerosoles, por lo que se plantea un rediseño en la línea de producción, con el objetivo de aumentar su productividad.

Para satisfacer el problema, se planteó como objetivo general lo siguiente: “Rediseñar la línea de producción de aerosoles de pintura de la marca Corona FastDry, para aumentar la productividad a 90%”. La metodología que se siguió para resolver la deficiencia fue, primero, realizar un estudio del sistema actual de la línea de producción de aerosoles, posteriormente, se efectuaron propuestas de mejoras para las áreas que presentaban mayores problemas en la fabricación, así como los respectivos diagramas de procesos de operación, flujo y recorrido del sistema propuesto.

Después de resolver la problemática, es posible señalar algunas conclusiones, en el rediseño de la línea de producción de aerosoles, se propuso un número óptimo de colaboradores para operar la máquina, la estación de llenado con una nueva estructura y una tolva de mayor capacidad, controlada por una válvula neumática. Se propuso disminuir un 37% el tiempo de transporte y, un 34% el tiempo operativo utilizado actualmente para realizar la misma labor.

Durante la elaboración del proyecto, se tuvo la necesidad de implementar un programa de mejora continua, por lo que se propuso el plan de mejora de las 5's, así mismo se recomienda realizar un plan de mantenimiento preventivo específicamente para la línea de producción.

II. OBJETIVOS

A. General

- Rediseñar la línea de producción de aerosoles de pintura de la marca Corona FastDry, para aumentar la productividad a 90%.

B. Específicos

1. Realizar un análisis del proceso actual, para determinar las condiciones de la línea de producción de aerosoles.
2. Disminuir los tiempos y movimientos ociosos que existen en el proceso de producción de aerosoles en un 50%.
3. Diseñar un sistema automático de llenado de pintura, que permita alcanzar una precisión de llenado de 95%.
4. Reducir costos de personal, producción y, recursos (Materia Prima) en un 15%.
5. Elaborar un análisis financiero, para evaluar la rentabilidad del rediseño.

III. JUSTIFICACIÓN

La línea de producción de aerosoles de *Superbia, Grupo Solid Guatemala*, presenta varios problemas que impiden una alta productividad (ausencia de un sistema adecuado en la recepción de pintura, falta de precisión en el llenado, mala distribución del personal en el área, etc.). Los porcentajes de eficiencia que presenta actualmente este proceso, oscilan entre un 60% y 65%, lo cual, lo hace ineficiente para la empresa, porque aumenta costos en personal, producción, recursos (materia prima) y, se necesita más tiempo para cumplir los requerimientos de producción.

Por estas razones, se requiere rediseñar la línea de producción de aerosoles, para identificar las oportunidades de mejora y, en función a ellas, establecer las acciones correctivas que permitan mejorar la eficiencia y productividad del proceso.

IV. BASE TEÓRICA

A. Estudio de tiempos

El Estudio de Tiempos 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

B. Estudio de movimientos

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo humano al ejecutar un trabajo. Su objeto es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta el índice de producción.

C. Calificación del desempeño

El desempeño del operario es un factor muy importante en el estudio de tiempos y movimientos, ya que este sirve para ajustar los tiempos normales de las tareas. Para calificar el desempeño del operario, se deben evaluar con cuidado factores como la velocidad, destreza, movimientos falsos, ritmo, coordinación, efectividad y otros según el tipo de tarea.

D. Diseño del lugar de trabajo




Con el diseño del lugar de trabajo, se busca que el entorno, las herramientas y el equipo de trabajo se ajusten al trabajador y de esta forma contribuyan a una mayor producción y eficiencia, así como a la disminución de lesiones ocasionadas por herramientas y equipo. El lugar de trabajo debe diseñarse de modo que sea ajustable a una variedad amplia de individuos.

E. Diagrama de operaciones

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de las operaciones e inspecciones que se realizan en las líneas de producción, así como las entradas de materia prima y materiales que se utilizan en el proceso de fabricación de los productos.

Al construir el diagrama de operaciones se utilizan 3 símbolos: un círculo que representa una operación, un cuadrado que representa una inspección y un círculo dentro de un cuadrado el cual representa una inspección que se realiza junto con una operación.

Tabla 1 - Símbolos utilizados en Diagrama de operaciones







SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	Operación	Transformación de la materia prima
	Inspección	Revisión de calidad de la pieza trabajada
	Inspección y operación	Realizar una operación y revisar la calidad

F. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo muestra la secuencia cronológica de las actividades que se realizan en el proceso de producción, pero de forma más detallada que en el diagrama de operaciones. El diagrama de flujo se utiliza para registrar costos ocultos no productivos tales como distancias recorridas, demoras y almacenamientos temporales, que al ser detectados pueden analizarse para tomar medidas y minimizarlos.

El diagrama de flujo además de registrar las operaciones e inspecciones, muestra las siguientes actividades: transporte, representado con una flecha; almacenamiento, el cual se representa con un triángulo equilátero sobre uno de sus vértices; y demora, la cual se representa con una letra D mayúscula.

Tabla2 – Símbolos utilizados en Diagrama de flujo

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	Operación	Transformar la materia prima
	Inspección	Revisar la calidad de la pieza trabajada
	Inspección y operación	Realizar una operación y revisar la calidad
	Transporte	Trasladar un material de un lugar a otro
	Almacenamiento	Almacenar el producto o materia prima
	Demora	Material en espera de ser procesado

G. Diagrama de recorrido

Es un esquema de distribución de planta en un plano bi o tridimensional a escala, que muestra dónde se realizan todas las actividades que aparecen en el DFP. La ruta de los movimientos se señala por medio de líneas, cada actividad es identificada y localizada en el diagrama por el símbolo correspondiente y numerada de acuerdo con el DFP.

El diagrama de recorrido es una herramienta muy útil, ya que permite visualizar mejor las distancias entre cada una de las operaciones y la forma en que estas se encuentran distribuidas en la planta.

V. SISTEMA ACTUAL DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AEROSOLES

A. Generalidades

La línea de producción de aerosoles es uno de los sistemas más modernos que se encuentran en la planta *Superbia*, sin embargo, su diseño original no es el adecuado para las necesidades que tiene la fábrica de pinturas, ya que su difícil manejo de materiales y distribución de estaciones lo vuelven ineficiente. (Ver figura 1 y 2).

Figura 1 – Línea de producción de aerosoles actual

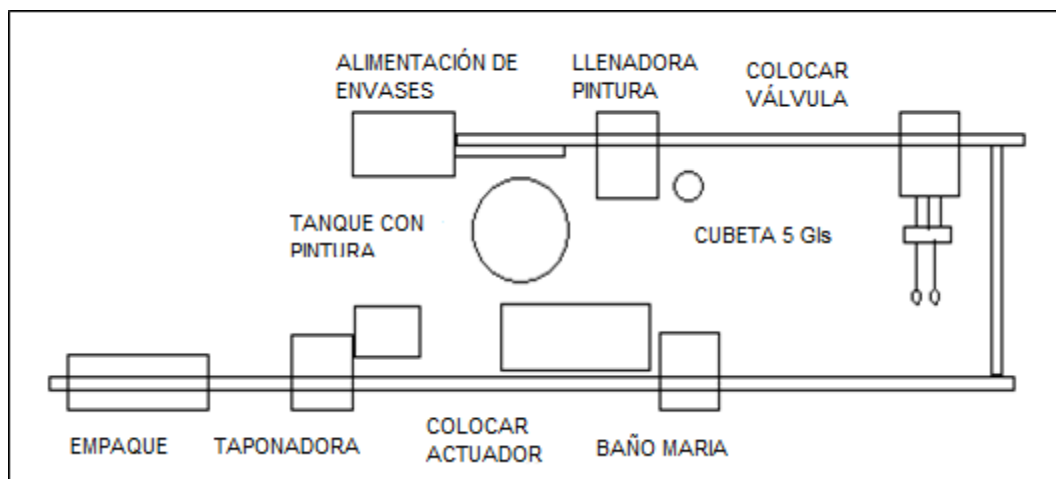


Figura 2 – Línea de producción de aerosoles actual 2



Este diseño original fue pensado para una bodega de espacio reducido, por ello, la distribución del mismo resulta inadecuado, tomando en cuenta que el área donde actualmente se encuentra la línea de producción de aerosoles contempla un espacio considerable, el cual no se está aprovechando de la mejor manera.

Figura 3 -Distribución original de la línea de aerosoles.

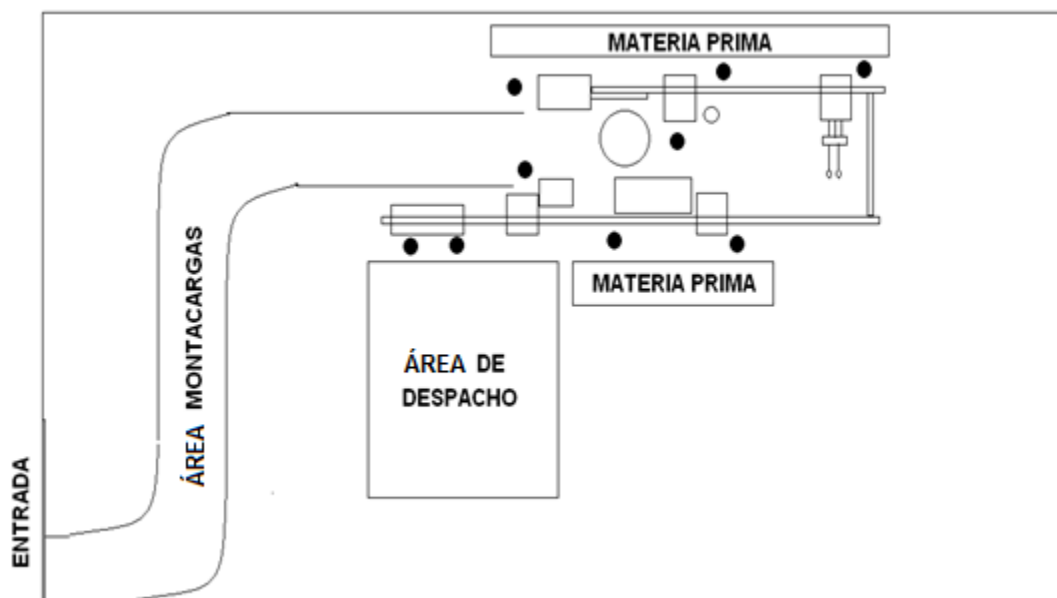


La línea de producción de aerosoles, cuenta actualmente con un sistema de recepción de pintura adaptado, ya que en su diseño original no fue contemplado, la pintura es vaciada de manera manual, en una

cubeta (5 galones). Las mangueras que transportan el producto de la cubeta, hacia la llenadora, son introducidas por la parte superior del recipiente.

La distribución de las estaciones y la distribución del personal, fueron adaptadas al diseño actual de la línea, por lo que se necesitan de nueve operadores para su funcionamiento.

Figura 4 - Distribución del personal actual de la planta de aerosoles



B. Diagramas existentes en la línea de producción de aerosoles

Esta línea de producción de aerosoles no posee ningún tipo de diagrama, ya que es un proyecto que se inició en el año 2,011, por lo cual se tuvo la necesidad de realizarlos, para tener clara la secuencia de la misma. Entre los diagramas que se elaboraron, se encuentran los siguientes:

1. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP)
2. Diagrama de Flujo de Proceso (DFP)
3. Diagrama de Recorrido de Proceso (DRP)

Diagramas actuales

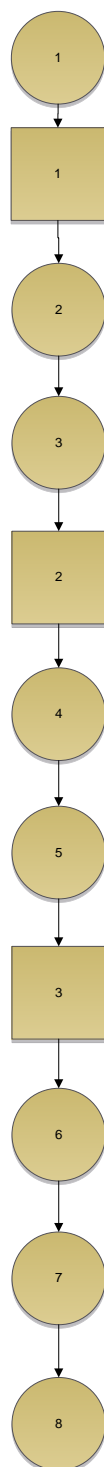
Figura 5 - Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP)

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Abril 2,012
MÉTODO	Actual	HOJA	1 de 3
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO (DOP)		
SÍMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO (minutos)
	Llenar de forma manual la tolva de pintura	0.0149
	Inspeccionar los envases	0.0141
	Colocar los envases	0.0145
	Distribución y llenado de canicas y pintura respectivamente	0.0330
	Inspeccionar llenado	0.0159
	Colocar válvulas en envase	0.0159
	Sellar y depositar propelente	0.0330
	Prueba de baño maría a 50°C	2.1167
	Colocar actuador	0.0152
	Colocar tapa	0.0200
	Encajar y entarimar producto terminado	0.0153

Continuación figura 5

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Abril 2,012
MÉTODO	Actual	HOJA	2 de 3
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer



Continuación figura 5

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Abril 2,012
MÉTODO	Actual	HOJA	3 de 3
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer


















RESUMEN DE DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO (DOP)			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)
	Operación	8	0.1618
	Inspección	3	2.1467
TOTALES		11	2.3085 minutos

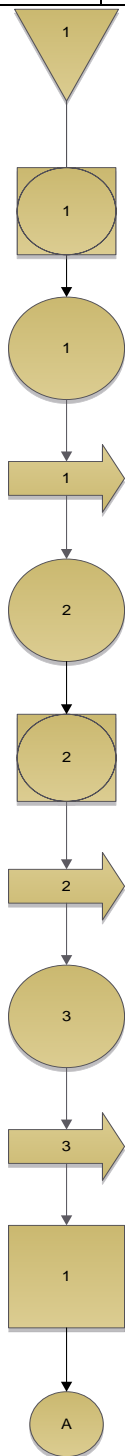
Figura 6 - Diagrama de Flujo de Proceso (DFP)

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Abril 2,012
MÉTODO	Actual	HOJA	1 de 4
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (DFP)			
SÍMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)
	Inspeccionar envase y colocar en máquina	0.0286	-
	Llenar de forma manual la tolva de pintura	0.0149	-
	Transporte de envase vacío a estación 1	0.3833	2.60
	Distribución y llenado de canicas y pintura respectivamente	0.0330	-
	Colocar válvula y verificar peso al salir de la estación 1	0.0318	-
	Transporte de envase con pintura, canica y válvula, a estación 2	0.7333	4.90
	Sellar y depositar propelente	0.0330	-
	Transporte de envase con propelente a estación 3	1.6167	9.10
	Prueba de baño maría a 50°C	2.1167	-
	Colocar actuador	0.0152	-
	Transporte de aerosol a estación 4	0.8833	4.40
	Colocar tapa	0.0200	-
	Transporte de aerosol a área de empaque	0.2000	1.00
	Encajar y entarimar producto terminado	0.0153	-
	Almacenar producto terminado	-	-

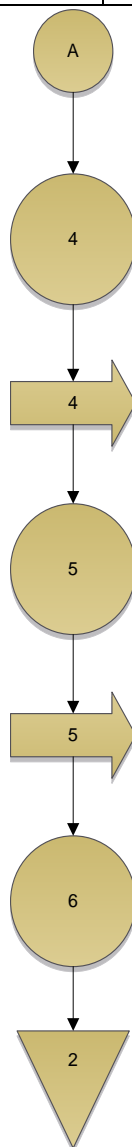
Continuación figura 6

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Abril 2,012
MÉTODO	Actual	HOJA	2 de 4
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer



Continuación figura 6

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Abril 2,012
MÉTODO	Actual	HOJA	3 de 4
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer



Continuación figura 6

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Abril 2,012	
MÉTODO	Actual	HOJA	4 de 4	
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>		ANALISTA	Walter Pellecer


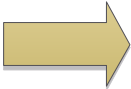



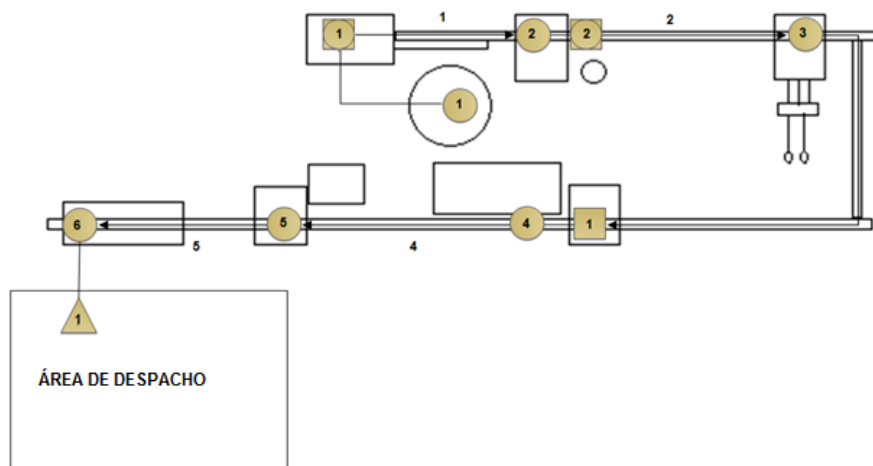
RESUMEN DE DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO – DOMO # 16				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)
	Operación	6	0.1314	-
	Transporte	5	3.8166	22.00
	Combinado	2	0.0604	
	Inspección	1	2.1167	-
	Almacenamiento	2	-	-
TOTALES		16	6.1251 minutos	22 metros

Figura 7 - Diagrama de Recorrido de Proceso

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Abril 2,012
MÉTODO	Actual	HOJA	1 de 1
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer



C. Identificación de problemas de la línea de producción de aerosoles

La envasadora de aerosoles, presenta en su diseño original, ineficiencia a lo largo de su trayecto, iniciando con los problemas presentados en el dosificado de pintura, en esta área existe una imprecisión latente en el llenado, producto del sistema de recepción de pintura que se le adaptó, ya que originalmente no se contaba con un sistema propio de la máquina.

Este diseño tiene la desventaja principal, de que al dosificar la pintura en los envases de aerosol, la bomba de llenado genera un vacío, lo que provoca que dicha acción sea imprecisa en el llenado, esto

sucede porque las mangueras de la llenadora succionan la pintura desde la parte superior de la cubeta y, cuando deja de succionar, la pintura se regresa a la cubeta por gravedad, provocando que las mangueras queden vacías, entonces cuando se inicia el ciclo, la bomba no es capaz de llenar por completo las mangueras, ya que tiene que alimentar todo el sistema.

Este problema, representa trabajos extras, ya que las verificaciones del llenado de pintura se deben realizar continuamente, para asegurarse que la cantidad de pintura se encuentre dentro del rango establecido por el departamento técnico y de desarrollo. Los envases que se encuentran fuera del rango de cantidad de pintura, deben ser trabajados posteriormente de forma manual por los operadores (reproceso).

La distribución del personal que se tiene en el área de aerosoles fue adaptada al diseño original, teniendo así, una desorganización en el área, tanto de personal, como de materias primas.

Otro factor a tomar en cuenta es, la distancia que existe entre una estación y otra, las bandas transportadoras son demasiado largas (hasta de más de 9 metros) y, están mal distribuidas en el área, esto hace que la producción sea ineficiente en su recorrido.

Además, se necesitan de 4 motores de 1 hp cada uno, para lograr mover todo el sistema de transporte de la línea de aerosoles, teniendo así, un impacto en los costos de mantenimiento y de electricidad.

VI REDISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AEROSOLÉS

A. Comparación con otras máquinas

Dentro de la misma planta *Superbia*, existen otras máquinas, de las cuales se ha tomado la idea para mejorar el sistema de llenado de la envasadora de aerosoles, se ha decidido elaborar una estructura metálica a una altura de 2 metros, esta servirá para colocar los tanques que contienen la pintura, dichos recipientes tienen una válvula en la parte inferior, en la cual se le acoplará una manguera de 2 pulgadas de diámetro, esta será dirigida hacia una tolva que almacenará el producto.

La tolva, al igual que la estructura, fue una idea tomada de una de las envasadoras que se encuentran en la planta, esta tiene la particularidad de tener una capacidad mucho mayor que la cubeta de 5 galones que se utiliza actualmente.

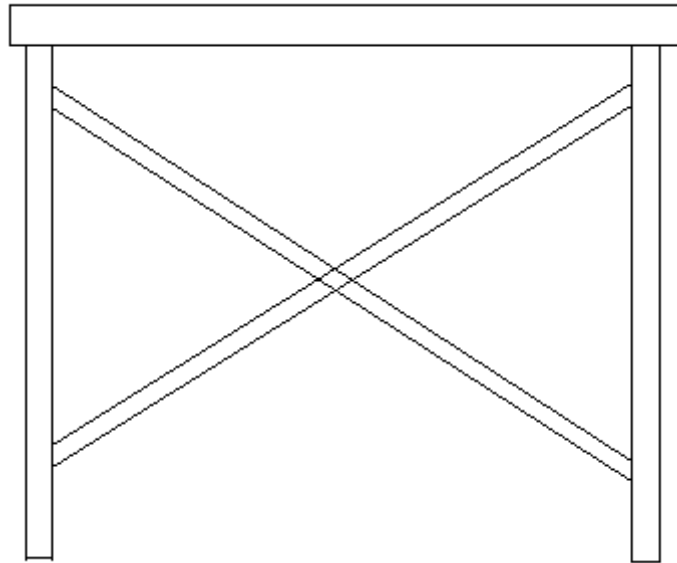
B. Sistema propuesto

1. Estructura propuesta para tanques con pintura. Esta sirve básicamente, para ser una base de los tanques que llevan de PBS (Productos Base Solvente) al área de Aerosoles, la estructura tendrá una altura de 2 metros, ocupando un área de 2.25 metros cuadrados (1.50 metros por lado), se fabricará con tubos de reciclaje que se encuentran en la planta, para lo cual, no tendríamos costos por materiales, sin embargo, el costo de mano de obra será de Q. 350.00.

Este sistema funcionará a base de gravedad, aprovechando la baja viscosidad del producto, la pintura será transportada por medio de una manguera de 2 pulgadas de diámetro, a una distancia de 1.50 metros, esta se acoplará al recipiente que almacenará la pintura, este nuevo diseño es totalmente automático, ya que tiene una válvula neumática que activa el paso de pintura, cuando la tolva se encuentre a un nivel bajo de pintura (50% aproximadamente).

A continuación, se presenta el croquis del diseño de la estructura para los tanques de pinturas (Figura 8):

Figura 8 – Diseño de estructura para tanques de pintura

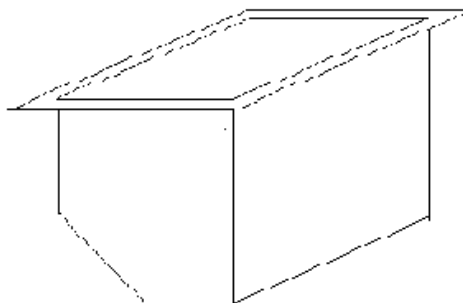


2. Tolva propuesta para el sistema de llenado de aerosol. Evaluando el antiguo sistema, se logró apreciar que uno de los principales problemas, por los cuales, el llenado era impreciso, fue porque las mangueras succionaban la pintura desde la parte de arriba, lo cual provocaba que la pintura dentro de las mangueras se regresara al recipiente y, cuando succionaba otra vez, tenía que llenar las mangueras de nuevo, pero no se lograba.

En este nuevo diseño, la pintura es succionada desde la parte inferior de la tolva, lo cual, evita que se dé el problema que se tiene con el diseño original, esta tolva tiene 5 veces más la capacidad del recipiente original, para que la válvula trabaje el menor tiempo posible, estaría hecho de acero inoxidable.

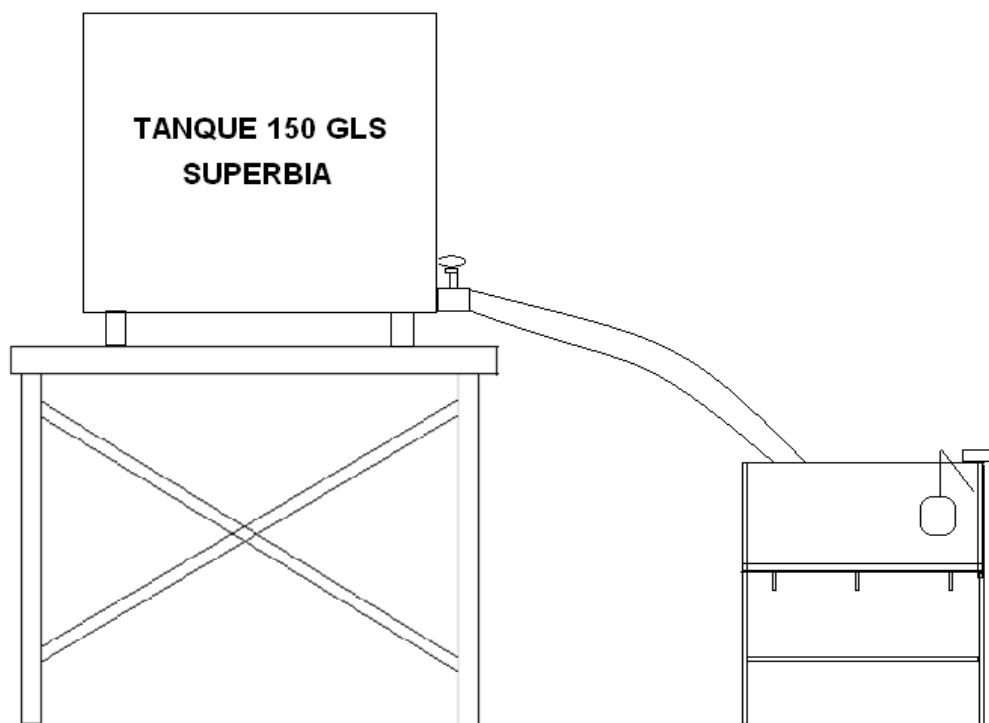
A continuación, se presenta el diseño de la tolva (Figura 9):

Figura 9 – Diseño de tolva para almacenamiento de pintura



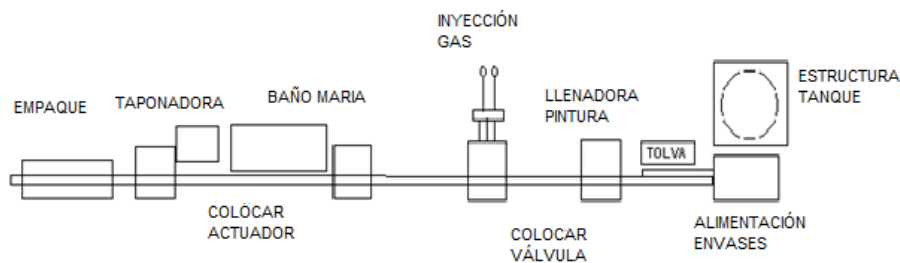
Con este nuevo sistema de llenado (Figura 10), la línea de producción necesitará a un operador menos, con lo cual, se podrán reducir los costos de operación, de igual forma, se eliminarán los derrames de pintura que ocurren con el sistema original, teniendo así, un área limpia y ordenada.

Figura 10 – Sistema de llenado propuesto



3. Diseño propuesto para la línea de producción de aerosoles. Como se logró apreciar en la gráfica del diseño original, la línea de producción de aerosoles está distribuida en forma de U, según el fabricante, esta fue diseñada así, por el tema del espacio, ya que a lo largo ocupa 26 metros de largo aproximadamente, sin embargo, en el domo (bodega) donde se encuentra la máquina llenadora, es bastante grande, lo cual beneficiaría el rediseño planteado a continuación (Figura 11).

Figura 11 – Diseño propuesto para línea de producción



Este diseño tiene un largo aproximado de 17.5 metros de largo, lo que permite ahorrar un motor de 1 hp, disminuyendo los costos por energía eléctrica.

4. Distribución de personal con la propuesta de diseño. Con el diseño propuesto, también se mejorará la distribución del personal en la línea de producción, se delimitará un área específica para el área de despacho, materia prima y, montacargas. El número de operadores se reduciría a 7 (9 anteriormente), lo cual disminuiría los costos por mano de obra (Figura 12).

Además, se contará con un área más organizada y ordenada, aprovechando al máximo el área del domo (Bodega).

VII. DIAGRAMA DE PROCESOS

Los diagramas de procesos proporcionan una descripción sistemática del ciclo de un trabajo o proceso, con suficientes detalles de análisis para planear la mejora de los métodos. Cada miembro de la familia de diagramas de procesos está diseñado para ayudar al analista a formarse una imagen clara del procedimiento existente.

A. Operaciones estándar requeridas y tiempos estándar asignables

Todo proceso de producción es una suma de variables, pasos hacia una meta. Cada paso que se toma es una operación y, cada puesto de trabajo puede tener una o más operaciones. También dentro del proceso, debe haber puestos de trabajo en los cuales se inspeccione la calidad del producto con un estándar para determinar la buena calidad y, el buen funcionamiento de la línea de producción.

Las operaciones estándar requeridas en la línea de aerosoles, van desde llenar los envases hasta el empaque de los envases terminados en cajas., pasando por la colocación de válvula, dosificación de propelente, inspección en Baño María, colocación del actuador, taponado, inspección y limpieza.

B. Descripción de operaciones estándar

1. Inspección y colocación de envases: Se revisa cada envase para asegurarse que no está dañado. El mismo operario coloca el envase en la banda transportadora para que la línea de producción inicie su ciclo.
2. Transporte: La banda transportadora lleva los envases a la estación 2 (colocación de canicas y, llenado de pintura).
3. Llenado: Con el nuevo sistema de llenado, la máquina llenadora que corresponde a la estación 1, coloca las canicas dentro de los envases, posteriormente se activa la bomba de llenado e inmediatamente los empieza a llenar.
4. Colocación de válvula: al salir de la estación 2, el operador le coloca la válvula respectiva a cada uno de los envases.
5. Transporte: La banda transportadora lleva los envases de la estación de llenado, hasta la estación 2 (sellado de válvula y dosificación del propelente).
6. Sellado de válvula y dosificación del propelente: En esta estación, se sella y dosifica el propelente necesario para cada uno de los envases.
7. Transporte: La banda transportadora lleva los envases a la estación 3 (Baño María).

8. Baño María: El operador inspecciona la prueba de baño maría y, coloca el actuador a cada uno de los envases al salir de la prueba de calidad (Baño María).
9. Transporte: Transportar los envases a la estación 4 (Taponadora).
10. Taponadora: El operador se encarga de controlar el proceso de taponado para cada aerosol.
11. Transporte: Transportar el aerosol al área de empaque.
12. Empaque y entarimado: Dos operadores se encargan de encajar y entarimar los envases de aerosol, para poder ser trasladados a Producto Terminado.

C. Tiempos estándar de operaciones

El estudio de tiempos, es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado quien, trabajando a un nivel normal de desempeño, realiza una tarea dada conforme a un método especificado.

El modo de toma de tiempos utilizado es el modo cronometrado. En el cual se le toma el tiempo a cada uno de los sub procesos de la línea de producción de aerosoles. Para determinar los tiempos estándar de operaciones se deben llevar a cabo ciertos cálculos previos, como lo son: toma de tiempos cronometrados y tiempos normales, ante esto, se utilizó el formato para toma de tiempos que se muestra en la Figura 13.

Figura 13 - Formato de toma de tiempos

TABLA DE RESUMEN DE TIEMPOS		INGENIERÍA INDUSTRIAL												
		TIEMPOS CRONOMETRADOS										FECHA:		
NOMBRE DE LA OPERACIÓN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROM	TN	T.S TD
	V													
	T ₀													
	T _n													
	V													
	T ₀													
	T _n													
	V													
	T ₀													
	T _n													
	V													
	T ₀													
	T _n													
	V													
	T ₀													
	T _n													
	V													
	T ₀													
	T _n													
	V													
	T ₀													
	T _n													
	V													
	T ₀													
	T _n													
												TIEMPO ESTÁNDAR DE LA OPERACIÓN		

Donde:

To: es el tiempo observado cronometrado por el analista.

Tn: es el tiempo Normalizado por el ritmo de trabajo que es igual a $V \cdot T_o$. Tiempo normalizado significa que es el tiempo que se llevaría normalmente la operación.

T.STD es el tiempo estándar de la operación, que es igual a $T_n \cdot V$.

V es la valoración del ritmo de trabajo, según la velocidad del trabajador, varía entre 70 y 130. (Ver tabla 3).

Tabla 3 – Valor de ritmo de trabajo

Valoración	Descripción del desempeño	Velocidad Km/h
0	Actividad nula	0
50	Muy lento, movimientos torpes inseguros, el operario parece medio dormido, y sin interés	3.2
75	Constante, resuelto, sin prisa como obrero no pagado a destajo, parece lento, pero no pierde tiempo	4.8
100	Activo, capaz, como obrero calificado, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión.	6.4
125	Muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del nivel	8
130	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo, sin probabilidad de durar por largos periodos	9.6

D. Análisis de tiempos actuales

Se tomó el tiempo de cada una de las operaciones de manera individual, para tener una visión más clara de las operaciones que se necesitan mejorar. Para la toma de los tiempos se empleó el método cronometrado.

A continuación se muestran los tiempos tomados en cada una de las operaciones de la línea de producción de aerosoles, los tiempos estándares de cada una de las mismas y, los cálculos de producción de ambos tiempos.

Tabla 4 – Tiempos cronometrados

Operación # 1: Llenar tolva con pintura, de forma manual.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMA	PROM	TN	T.STD
V	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85				
T _o	0.016	0.012	0.015	0.016	0.013	0.014	0.016	0.016	0.016	0.015	0.127	0.013	0.015	0.0127
T _n	0.014	0.01	0.013	0.014	0.011	0.012	0.014	0.014	0.014	0.013				

CÁLCULO DE PRODUCCIÓN				
DESCRIPCIÓN	TIEMPO CRONOMETRADO		TIEMPO ESTÁNDAR	
	Tiempo estándar/unidad	0.0149	m/u	0.0127
Número de horas	1	H	1	H
Número de unidades/hora	4027	u/h	4724	u/h
Número de horas/turno	8	h/t	8	h/t
Número de unidades/turno	32215	u/t	37795	u/t
Número de turnos/día	1	t/días	1	t/días
Número de unidades/día	32215	u/días	37795	u/días
Número de días/mes	12	días/mes	12	días/mes
Número de unidades/mes	386577	u/mes	453543	u/mes

Operación # 2: Inspección del envase a utilizar

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMA	PROM	TN	T.STD
V	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80				
T _o	0.01	0.012	0.015	0.016	0.016	0.015	0.012	0.013	0.016	0.016	0.113	0.011	0.014	0.0113
T _n	0.008	0.01	0.012	0.013	0.013	0.012	0.01	0.01	0.013	0.013				

CÁLCULO DE PRODUCCIÓN				
DESCRIPCIÓN	TIEMPO CRONOMETRADO		TIEMPO ESTÁNDAR	
	Tiempo estándar/unidad	0.0141	m/u	0.0113
Número de horas	1	H	1	h
Número de unidades/hora	4255	u/h	5319	u/h
Número de horas/turno	8	h/t	8	h/t
Número de unidades/turno	34043	u/t	42553	u/t
Número de turnos/día	1	t/días	1	t/días
Número de unidades/día	34043	u/días	42553	u/días
Número de días/mes	12	días/mes	12	días/mes
Número de unidades/mes	408511	u/mes	510638	u/mes

Continuación Tabla 4

Operación # 3: Colocación de envase en máquina

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMA	PROM	TN	T.STD
V	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	0.116	0.012	0.015	0.0116
T _o	0.015	0.014	0.016	0.015	0.012	0.012	0.015	0.016	0.015	0.015				
T _n	0.012	0.011	0.013	0.012	0.01	0.01	0.012	0.013	0.012	0.012				

CÁLCULO DE PRODUCCIÓN				
DESCRIPCIÓN	TIEMPO CRONOMETRADO		TIEMPO ESTÁNDAR	
	Tiempo estándar/unidad	0.0145	m/u	0.0116
Número de horas	1	H	1	h
Número de unidades/hora	4138	u/h	5172	u/h
Número de horas/turno	8	h/t	8	h/t
Número de unidades/turno	33103	u/t	41379	u/t
Número de turnos/día	1	t/días	1	t/días
Número de unidades/día	33103	u/días	41379	u/días
Número de días/mes	12	días/mes	12	días/mes
Número de unidades/mes	397241	u/mes	496552	u/mes

Operación # 4: Colocación de canica y dosificado de pintura

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMA	PROM	TN	T.STD
V	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	0.231	0.023	0.033	0.0231
T _o	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033				
T _n	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023				

CÁLCULO DE PRODUCCIÓN				
DESCRIPCIÓN	TIEMPO CRONOMETRADO		TIEMPO ESTÁNDAR	
	Tiempo estándar/unidad	0.033	m/u	0.0231
Número de horas	1	H	1	h
Número de unidades/hora	1818	u/h	2597	u/h
Número de horas/turno	8	h/t	8	h/t
Número de unidades/turno	14545	u/t	20779	u/t
Número de turnos/día	1	t/días	1	t/días
Número de unidades/día	14545	u/días	20779	u/días
Número de días/mes	12	días/mes	12	días/mes
Número de unidades/mes	174545	u/mes	249351	u/mes

Continuación Tabla 4

Operación # 5: Colocación de válvula en aerosol

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMA	PROM	TN	T.STD
V	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.159	0.016	0.016	0.0159
T _o	0.016	0.015	0.015	0.016	0.017	0.016	0.017	0.015	0.016	0.016				
T _n	0.016	0.015	0.015	0.016	0.017	0.016	0.017	0.015	0.016	0.016				

CÁLCULO DE PRODUCCIÓN				
DESCRIPCIÓN	TIEMPO CRONOMETRADO		TIEMPO ESTÁNDAR	
	Tiempo estándar/unidad	0.0159	m/u	0.0159
Número de horas	1	H	1	h
Número de unidades/hora	3774	u/h	3774	u/h
Número de horas/turno	8	h/t	8	h/t
Número de unidades/turno	30189	u/t	30189	u/t
Número de turnos/día	1	t/días	1	t/días
Número de unidades/día	30189	u/días	30189	u/días
Número de días/mes	12	días/mes	12	días/mes
Número de unidades/mes	362264	u/mes	362264	u/mes

Operación # 6: Sellado de válvula y dosificación de propelente

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMA	PROM	TN	T.STD
V	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	0.231	0.023	0.033	0.0231
T _o	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033				
T _n	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023				

CÁLCULO DE PRODUCCIÓN				
DESCRIPCIÓN	TIEMPO CRONOMETRADO		TIEMPO ESTÁNDAR	
	Tiempo estándar/unidad	0.033	m/u	0.0231
Número de horas	1	H	1	h
Número de unidades/hora	1818	u/h	2597	u/h
Número de horas/turno	8	h/t	8	h/t
Número de unidades/turno	14545	u/t	20779	u/t
Número de turnos/día	1	t/días	1	t/días
Número de unidades/día	14545	u/días	20779	u/días
Número de días/mes	12	días/mes	12	días/mes
Número de unidades/mes	174545	u/mes	249351	u/mes

Continuación Tabla 4

Operación # 7: Colocación de actuador

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMA	PROM	TN	T.STD
V	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
T _o	0.015	0.014	0.016	0.016	0.015	0.013	0.014	0.016	0.016	0.017	0.152	0.015	0.015	0.0152
T _n	0.015	0.014	0.016	0.016	0.015	0.013	0.014	0.016	0.016	0.017				

CÁLCULO DE PRODUCCIÓN				
DESCRIPCIÓN	TIEMPO CRONOMETRADO		TIEMPO ESTÁNDAR	
	Tiempo estándar/unidad	0.0152	m/u	0.0152
Número de horas	1	H	1	h
Número de unidades/hora	3947	u/h	3947	u/h
Número de horas/turno	8	h/t	8	h/t
Número de unidades/turno	31579	u/t	31579	u/t
Número de turnos/día	1	t/días	1	t/días
Número de unidades/día	31579	u/días	31579	u/días
Número de días/mes	12	días/mes	12	días/mes
Número de unidades/mes	378947	u/mes	378947	u/mes

Operación # 8: Tapado de aerosol

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMA	PROM	TN	T.STD
V	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
T _o	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.2	0.02	0.02	0.0200
T _n	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02				

CÁLCULO DE PRODUCCIÓN				
DESCRIPCIÓN	TIEMPO CRONOMETRADO		TIEMPO ESTÁNDAR	
	Tiempo estándar/unidad	0.02	m/u	0.0200
Número de horas	1	H	1	h
Número de unidades/hora	3000	u/h	3000	u/h
Número de horas/turno	8	h/t	8	h/t
Número de unidades/turno	24000	u/t	24000	u/t
Número de turnos/día	1	t/días	1	t/días
Número de unidades/día	24000	u/días	24000	u/días
Número de días/mes	12	días/mes	12	días/mes
Número de unidades/mes	288000	u/mes	288000	u/mes

Continuación Tabla 4

Operación # 9: Empaque

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMA	PROM	TN	T.STD
V	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
T _o	0.016	0.016	0.015	0.014	0.015	0.015	0.014	0.016	0.016	0.016	0.153	0.015	0.015	0.0153
T _n	0.016	0.016	0.015	0.014	0.015	0.015	0.014	0.016	0.016	0.016				

CÁLCULO DE PRODUCCIÓN				
DESCRIPCIÓN	TIEMPO CRONOMETRADO		TIEMPO ESTÁNDAR	
Tiempo estándar/unidad	0.0153	m/u	0.0153	m/u
Número de horas	1	H	1	h
Número de unidades/hora	3922	u/h	3922	u/h
Número de horas/turno	8	h/t	8	h/t
Número de unidades/turno	31373	u/t	31373	u/t
Número de turnos/día	1	t/días	1	t/días
Número de unidades/día	31373	u/días	31373	u/días
Número de días/mes	12	días/mes	12	días/mes
Número de unidades/mes	376471	u/mes	376471	u/mes

Tabla 5 – Tiempos estándar de operación

OPERACIONES	TN	TSTD	PROD. / TN	PROD. / TSTD
Llenado de tolva	0.0149	0.0127	4026.85	4737.47
Inspección de envase	0.0141	0.0113	4255.32	5319.15
Colocación del envase	0.0145	0.0116	4137.93	5172.41
Colocación de canica y dosificado de pintura	0.0330	0.0231	1818.18	2597.40
Colocación de válvula en aerosol	0.0159	0.0159	3773.58	3773.58
Sellado de válvula y dosificación de propelente	0.0330	0.0231	1818.18	2597.40
Colocación de actuador	0.0152	0.0152	3947.37	3947.37
Tapado de aerosol	0.0200	0.0200	3000.00	3000.00
Empaque	0.0153	0.0153	3921.57	3921.57

Como podemos apreciar en la Tabla 5, la deficiencia de la línea de producción se encuentra básicamente en el llenado de pintura y dosificación de gas, por lo cual, es en donde se centrará el rediseño para aumentar la productividad.

Hay que tomar en cuenta, que el sellado y dosificación de propelente, se encuentra en óptimas condiciones, los operadores prueban que la razón por la cual no se encuentra a su 100%, es porque la estación anterior (Llenado de pintura) es muy lenta, y ellos tratan de equilibrar la secuencia.





E. Diagrama de operaciones

A continuación, se presentan los diagramas de operaciones del Método actual (Figura 14) y del Método propuesto (Figura 15) en este documento, y su respectivo análisis comparativo entre ambos métodos, el cual nos mostrara el porcentaje de mejora hecha por la propuesta del rediseño.

Comparación Diagramas actuales - Propuestos

Figura 14 - Método actual - Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP)

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Abril 2,012
MÉTODO	Actual	HOJA	1 de 3
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO (DOP)		
SÍMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO (min)
	Llenar de forma manual la tolva de pintura	0.0149
	Inspeccionar los envases	0.0141
	Colocar los envases	0.0145
	Distribución y llenado de canicas y pintura respectivamente	0.0330
	Inspeccionar llenado	0.0159
	Colocar válvulas en envase	0.0159
	Sellar y depositar propelente	0.0330

3	Prueba de baño maría a 50°C	2.1167
6	Colocar actuador	0.0152
7	Colocar tapa	0.0200
8	Encajar y entarimar producto terminado	0.0153

Continuación Figura 14

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Abril 2,012
MÉTODO	Actual	HOJA	2 de 3
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer



Continuación Figura 14

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Abril 2,012
MÉTODO	Actual	HOJA	3 de 3
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer













RESUMEN DE DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO (DOP)			
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (min)
	Operación	8	0.1618
	Inspección	3	2.1467
TOTALES		11	2.3085 minutos

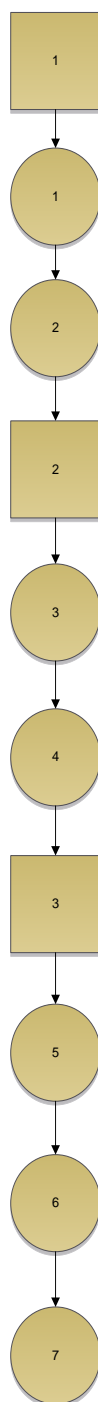
Figura 15 - Método propuesto - Diagrama de Operaciones de Procesos (DOP)

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Septiembre 2,012
MÉTODO	Propuesta	HOJA	1 de 3
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO (DOP)		
SÍMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO (minutos)
	Inspeccionar los envases	0.0141
	Colocar los envases	0.0145
	Distribución y llenado de canicas y pintura respectivamente	0.0230
	Inspeccionar válvulas	0.0159
	Colocar válvulas en envase	0.0159
	Sellar y depositar propelente	0.0230
	Prueba de baño maría a 50°C	2.1167
	Colocar actuador	0.0152
	Colocar tapa	0.0200
	Encajar y entarimar producto terminado	0.0153



Continuación Figura 15

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Septiembre 2,012
MÉTODO	Propuesta	HOJA	2 de 3
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer



Continuación Figura 15

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Septiembre 2,012
MÉTODO	Propuesta	HOJA	3 de 3
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer

RESUMEN DE DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO (DOP)			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)
	Operación	07	0.1269
	Inspección	03	2.1467
TOTALES		10	2.2736

1. Eficiencia comparativa. La comparación de los dos métodos se puede hacer por medio de una simple operación matemática:

$$\text{Eficiencia comparativa} = ((\text{Tiempo método mejorado}) / (\text{tiempo método actual})) * 100$$

Ecuación 1

$$\text{Eficiencia comparativa} = ((2.2736 \text{ min}) / (2.3085 \text{ min})) * 100 = 98.48\% \approx 99\%$$

Esto significa que estamos utilizando el 99% del tiempo operativo para realizar la misma labor.

El inverso del dato anterior nos proporciona la razón de mejora por sobre el método actual.

$$\text{Razón de Mejora} = 1 / (\text{E.C.})$$

Ecuación 2

$$\text{Razón de mejora} = 1 / (0.9848) = 1.0154 \approx 102\%$$

Estamos mejorando la línea un 2% de eficiencia.










F. Diagrama de flujo







A continuación, se presentan los diagramas de flujo del Método actual (Figura 16) y del Método propuesto (Figura 17) en este documento, y su respectivo análisis comparativo entre ambos métodos, el cual, nos mostrará el porcentaje de mejora hecha por la propuesta del rediseño.

Así mismo, tendremos el porcentaje del transporte que se utilizará con la propuesta con respecto al método actual.

Figura 16 - Método actual - Diagrama de Flujo de Proceso (DFP)

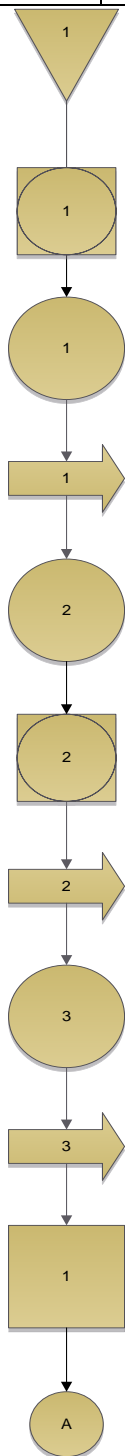
PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Abril 2,012
MÉTODO	Actual	HOJA	1 de 4
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (DFP)			
SÍMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)
	Inspeccionar envase y colocar en máquina	0.0286	-
	Llenar de forma manual la tolva de pintura	0.0149	-
	Transporte de envase vacío a estación 1	0.3833	2.60
	Distribución y llenado de canicas y pintura respectivamente	0.0330	-
	Colocar válvula y verificar peso al salir de la estación 1	0.0318	-
	Transporte de envase con pintura, canica y válvula, a estación 2	0.7333	4.90
	Sellar y depositar propelente	0.0330	-
	Transporte de envase con propelente a estación 3	1.6167	9.10
	Prueba de baño maría a 50°C	2.1167	-

	Colocar actuador	0.0152	-
	Transporte de aerosol a estación 4	0.8833	4.40
	Colocar tapa	0.0200	-
	Transporte de aerosol a área de empaque	0.2000	1.00
	Encajar y entarimar producto terminado	0.0153	-
	Almacenar producto terminado	-	-

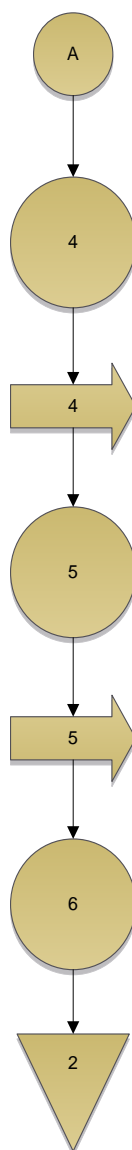
Continuación Figura 16

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Abril 2,012
MÉTODO	Actual	HOJA	2 de 4
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer



Continuación Figura 16

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Abril 2,012
MÉTODO	Actual	HOJA	3 de 4
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer



Continuación Figura 16

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Abril 2,012
MÉTODO	Actual	HOJA	4 de 4
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer






RESUMEN DE DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO – DOMO # 16				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)
	Operación	6	0.1314	-
	Transporte	5	3.8166	22.00
	Combinado	2	0.0604	
	Inspección	1	2.1167	-
	Almacenamiento	2	-	-
TOTALES		16	6.1251 minutos	22 metros

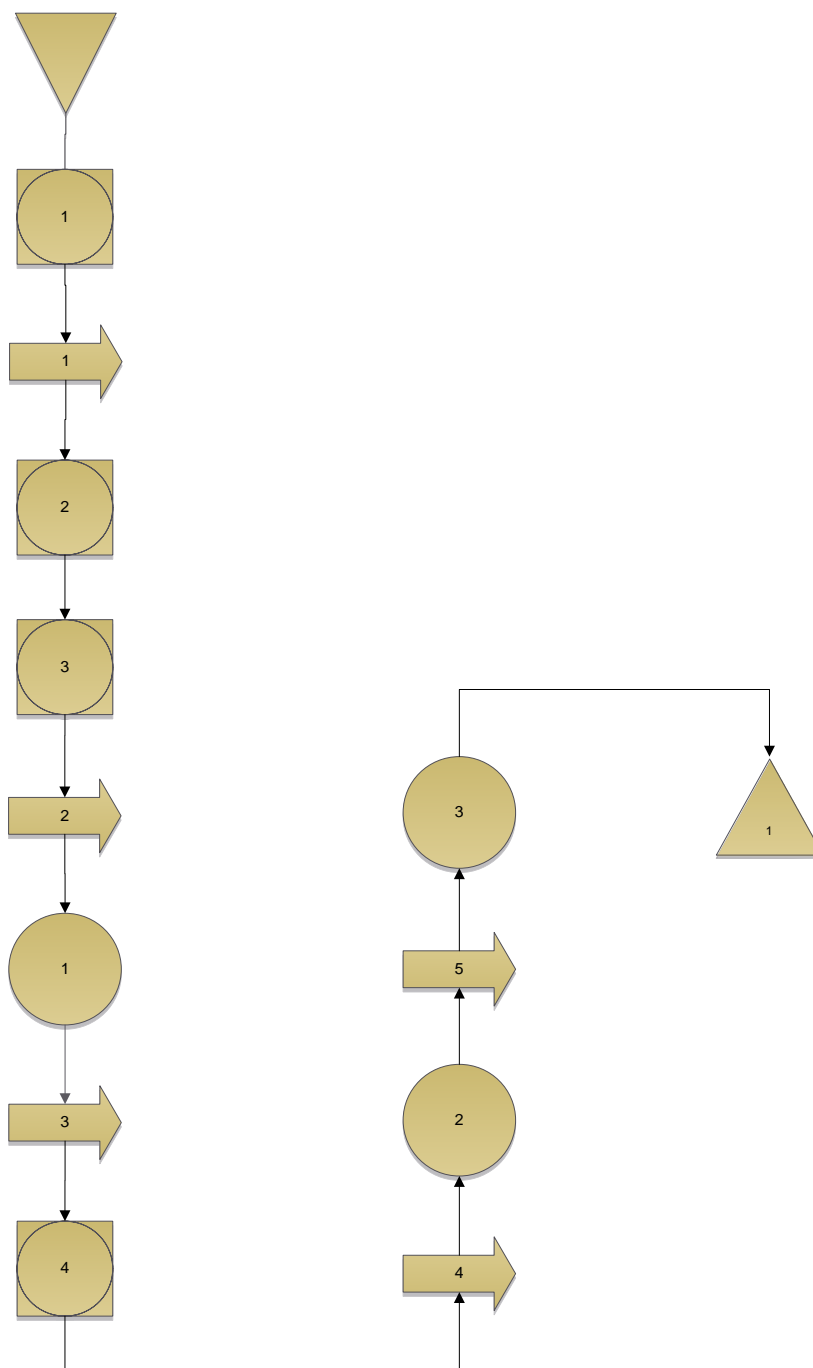
Figura 17 - Método propuesto - Diagrama de Flujo de Proceso (DFP)

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Septiembre 2,012
MÉTODO	Propuesta	HOJA	1 de 3
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (DFP)			
SÍMBOLO	ACTIVIDADES	TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)
	Inspeccionar envase y colocar en máquina	0.0286	-
	Transporte de envase vacío a estación 1	0.3833	2.60
	Distribución y llenado de canicas y pintura respectivamente	0.0230	-
	Colocar válvula y verificar peso al salir de la estación 1	0.0318	-
	Transporte de envase con pintura, canica y válvula, a estación 2	0.4500	3.00
	Sellar y depositar propelente	0.0230	-
	Transporte de envase con propelente a estación 3	0.4500	3.00
	Inspeccionar prueba de baño maría a 50°C y, colocar actuador	2.1319	-
	Transporte de aerosol a estación 4	0.6333	4.20
	Colocar tapa	0.0200	-
	Transporte de aerosol a área de empaque	0.1500	1.00
	Encajar y entarimar producto terminado	0.0153	-
	Almacenar producto terminado	-	-





Continuación Figura 17

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Septiembre 2,012
MÉTODO	Propuesta	HOJA	2 de 3
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer



Continuación Figura 17

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Septiembre 2,012
MÉTODO	Propuesta	HOJA	3 de 3
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid S.A.</i>	ANALISTA	Walter Pellecer

RESUMEN DE DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO – DOMO # 16				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)
	Operación	03	0.0583	-
	Transporte	05	2.0667	13.80
	Combinado	04	1.9319	-
	Almacenamiento	02	-	-
TOTALES		14	4.0569 Minutos	13.80 metros

1. Eficiencia comparativa. Para la comparación de los dos métodos, usaremos la ecuación 1 que se presenta anteriormente.

$$\text{Eficiencia comparativa} = ((4.0569 \text{ min}) / (6.1251 \text{ min})) * 100 = 66.23\% \approx 66\%$$

Esto significa que estamos utilizando el 66% del tiempo operativo para realizar la misma labor.

El inverso del dato anterior nos proporciona la razón de mejora por sobre el método actual (ecuación 2).

$$\text{Razón de Mejora} = 1/(0.6623) = 1.5098 \approx 151\%$$

Estamos produciendo en la línea alrededor de 50% más.

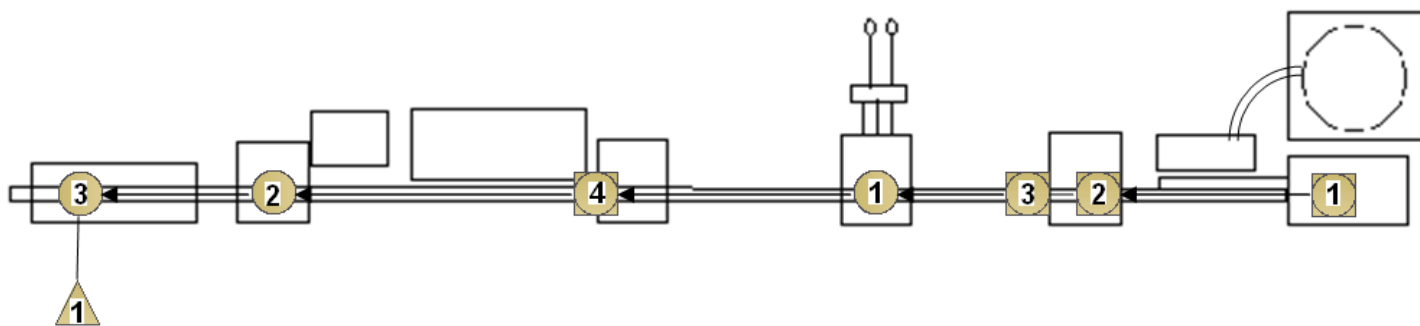
$$\text{Mejora comparativa de transportes} = ((\text{trans. propuesto}) / (\text{trans. actual})) * 100$$

Ecuación 3

$$\text{Mejora comparativa} = (13.80)/(22) = 0.6272 \approx 62.72\%$$

PROCESO	Envasado de Aerosol	FECHA	Septiembre 2,012	
MÉTODO	Propuesta		HOJA	1 de 1
EMPRESA	<i>Superbia, Grupo Solid</i> S.A.		ANALISTA	Walter Pellecer

Figura 19 - Método propuesto - Diagrama de Recorrido de Proceso (DRP)



VIII. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

A. Costo de inversión de rediseño

Primero se debe conocer el costo de inversión inicial del rediseño propuesto para la línea de producción de aerosoles analizado, para ello se evaluó el precio de todo lo necesario para llevar a cabo, de los materiales, piezas, mano de obra y accesorios que se necesitan, estos precios se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 6 – Costos por rediseño de línea de producción

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
01	Lámina de 1/8" de acero inoxidable 4'X12'	1,600.00 Q
01	Caja de electrodo inoxidable	400.00 Q
01	Caja de electrodo E-7018	350.00 Q
-	Mano de obra por ejecutar rediseño	20,000.00 Q
01	Válvula de compuerta neumática de 2"	3,000.00 Q
01	Válvula neumática 3/2 de rodillo (final de carrera)	900.00 Q
01	Regulador de nivel de pintura	500.00 Q
01	Manguera de 2" para transportar pintura	600.00 Q
-	Mano de obra por hacer tolva	500.00 Q
-	Mano de obra por hacer estructura	350.00 Q
	TOTAL DE INVERSIÓN	28,200.00 Q

B. Ahorro por disminución del personal

En el diseño actual, se necesitan de 9 operadores para poder utilizar la línea de producción, con el nuevo rediseño, necesitaremos únicamente de 7 trabajadores (2 menos), lo que nos da un costo menor.

Tabla 7 – Ahorro en costos por personal

PERSONAL		
Descripción	Actual	Propuesta
Número de empleados	9	7
Sueldo por empleado (mes)	2,150.00 Q	2,150.00 Q
Bonificación incentivo (mes)	250.00 Q	250.00 Q
TOTAL	21,600.00 Q	16,800.00 Q
DIFERENCIA COMPARATIVA		4,800.00 Q

Como podemos apreciar, tenemos un ahorro de 4,800.00 Q al mes que equivale a un 22% de ahorro.

C. Producción mensual de Aerosoles

Para tener un panorama más claro, se realizó un análisis, para poder apreciar las utilidades de la línea de producción con el diseño actual y, con el rediseño propuesto.

Tabla 8 – Producción mensual - Utilidades

PRODUCCIÓN		
Descripción	Actual	Propuesta
Aerosoles producidos	174,545.00	250,435.00
Costo de producción	872,725.00 Q	1,252,175.00 Q
Ventas	1,745,450.00 Q	2,504,350.00 Q
UTILIDAD	872,725.00 Q	1,252,175.00 Q
DIFERENCIA COMPARATIVA		379,450.00 Q

Como se puede apreciar en la tabla anterior, con el nuevo rediseño, la producción aumentaría un 45% con respecto al sistema actual.

D. Resultados

A continuación, se presenta los resultados del estudio de rentabilidad del rediseño de la línea de producción de Aerosoles.

Tabla 9 - Resultados

RESULTADOS	Q.
Ahorro por personal	4,800.00 Q
Ganancia por producción	379,450.00 Q
Costo de inversión	-28,200.00 Q
UTILIDAD MENSUAL	356,050.00 Q

Como el análisis lo indica, el rediseño es bastante rentable, ya que, en menos de un mes, se estaría recuperando la inversión del mismo.

Según la Tabla 10, en un día de producción tendríamos una utilidad de 31,620.55 Q, lo que quiere decir, que en un solo turno, se estaría pagando la inversión utilizada en el rediseño de la línea de producción.

Tabla 10 - Producción por día

PRODUCCIÓN POR DÍA		
Descripción	Actual	Propuesta
Aerosoles producidos	14,545.45	20,869.57
Costo de producción	72,727.27 Q	104,347.83 Q
Ventas	145,454.55 Q	208,695.65 Q
TOTAL	72,727.27 Q	104,347.83 Q
DIFERENCIA COMPARATIVA		31,620.55 Q

El proyecto de inversión del rediseño se encuentra viable según este estudio, ya que el tiempo de recuperación del capital inicial será de:

$$28,200.00 \text{ Q} / 31,620.55 \text{ Q} = 0.8918 \text{ días}$$

Luego de este periodo de tiempo, se tendrá una utilidad diaria aproximadamente de:

$$31,620.55 \text{ Q}$$

Por lo que sí es factible realizar este proyecto, con beneficios económicos, de producción, de eficiencia y, de calidad para la empresa *Superbia, Grupo Solid Guatemala*.

IX. MEJORA CONTINUA

A. Implementación de Método 5`s en el área de producción de Aerosoles

Cualquier línea de producción rediseñada, necesita de métodos que se deben llevar paralelamente a la producción, para que el mismo cumpla su cometido, para ello se propone la implementación inicial de la 5`s en el área de producción Aerosoles.

Con este método, aseguramos un mejor control en el área, mayor seguridad, mayor eficiencia y eficacia.

Para la implementación se usará el procedimiento que se encuentra en la Tabla 6.

Tabla11 - Implementación por etapas de la 5`s

5`s	LIMPIEZA INICIAL	OPTIMIZACIÓN	FORMALIZACIÓN	PERPETUIDAD
	1	2	3	4
CLASIFICAR	Separar lo que no es útil de lo inútil	Clasificar las cosas útiles	Revisar y establecer normas de orden	ESTABILIZAR
ORDEN	Tirar lo que es inútil	Definir la manera de darle orden a los objetos	Colocar a la vista las normas así definidas	MANTENER
LIMPIEZA	Limpiar las instalaciones	Localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de suciedad y darle soluciones a las mismas	MEJORAR
ESTANDARIZAR	Eliminar lo que no es higiénico	Determinar las zonas sucias	Implantar las gamas de limpieza	EVALUAR (AUDITORIA 5`S)
DISCIPLINA	ACOSTUMBRARSE A APLICAR LAS 5`S EN EL EQUIPO DE TRABAJO Y, RESPETAR LOS PROCEDIMIENTOS EN EL LUGAR DE TRABAJO			

B. Etapas de la Implementación del método de las 5`s

1. Etapa 1 (Limpieza Inicial): La primera etapa de la implementación se centra principalmente en una limpieza a fondo del sitio de trabajo, esto quiere decir, que se saca todo lo que no sirve del sitio de trabajo y se limpian todos los equipos se instalaciones a fondo, dejando un precedente de cómo es el área si se mantuviera siempre así (se crea motivación por conservar el sitio y el área de trabajo limpios).

2. Etapa 2 (Optimización): La segunda etapa de la implementación, se refiere a la optimización de lo logrado en la primera etapa, esto quiere decir, que una vez dejado solo lo que sirve, se tiene que pensar en cómo mejorar lo que está con una buena clasificación, un orden coherente, ubicar los focos que crean la suciedad y determinar los sitios de trabajo con problemas de suciedad.

3. Etapa 3 (Formalización): La tercera etapa de la implementación esta concebida netamente a la formalización de lo que se ha logrado en las etapas anteriores, es decir, establecer procedimientos, normas o estándares de clasificación, mantener estos procedimientos a la vista de todo el personal, erradicar o mitigar los focos que provocan cualquier tipo de suciedad e implementar las gamas de limpieza.

4. Etapa 4 (Perpetuidad): Se orienta a mantener todo lo logrado y a dar una viabilidad del proceso con una filosofía de mejora continua.

C. ¿Cómo aplicar las 5`s?

1. Clasificación: El propósito de clasificar, significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios en el área. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio o eliminar.

Implementación:

a. Identificar elementos innecesarios

- 1) Lista de elementos innecesarios
- 2) Tarjetas de color para identificar
- 3) Plan de acción para retiro de elementos
- 4) Control e informe final

a. Identificar elementos innecesarios. El primer paso en la clasificación consiste en identificar los elementos innecesarios en el lugar seleccionado para implantar la 5 S. En este paso se pueden emplear las siguientes ayudas:

1) Listado de elementos innecesarios: Esta lista se debe diseñar y enseñar durante la fase de preparación. Esta lista permite registrar el elemento innecesario, su ubicación, cantidad encontrada, posible causa y acción sugerida para su eliminación. Esta lista es complementada por el operario, encargado o supervisor durante el tiempo en que se ha decidido realizar la campaña de clasificación.

2) Tarjetas de color: Este tipo de tarjeta permite marcar o denunciar que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva.

3) Plan de acción para retirar los elementos: Una vez visualizado y marcados con las tarjetas los elementos innecesarios, se tendrán que hacer las siguientes consultas:

- a) Mover el elemento a una nueva ubicación dentro de la planta.
- b) Almacenar al elemento fuera del área de trabajo.
- c) Eliminar el elemento.

4) Control e informe final: El jefe de área deberá realizar este documento y publicarlo en un tablón informativo.

2. Orden: Pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio. Con esta aplicación se desea mejorar la identificación y marcación de los controles de la maquinaria de los sistemas y elementos críticos para mantenimiento y su conservación en buen estado.

Implementación:

a. Orden y estandarización

- 1) Control visual
- 2) Mapa 5s
- 3) Marcación de la ubicación
- 4) Marcación con colores
- 5) Codificación de colores

a. Orden y estandarización: El orden es la esencia de la estandarización, un sitio de trabajo debe estar completamente ordenado antes de aplicar cualquier tipo de estandarización. La estandarización significa crear un modo consistente de realización de tareas y procedimientos.

1) Controles visuales: Se utiliza para informar de una manera fácil entre otros los siguientes temas:

- a) Sitio donde se encuentran los elementos.
- b) Estándares sugeridos para cada una de las actividades que se deben realizar en un equipo o proceso de trabajo.
- c) Sitio donde se deben ubicarse los elementos de aseo, limpieza y residuos clasificados.
- d) Donde ubicar la carpeta, calculadora, bolígrafos, lápices en el sitio de trabajo.
- e) Los controles visuales están íntimamente relacionados con los procesos de estandarización.

2) Mapa 5 S: Es un gráfico que muestra la ubicación de los elementos que pretendemos ordenar en el área de Aerosoles.

3) Marcación de la ubicación: Una vez que se ha decidido las mejores localizaciones, es necesario un modo para identificar estas localizaciones de forma que cada uno sepa donde están las cosas, y cuantas cosas de cada elemento hay en cada sitio. Para esto se pueden emplear:

- a) Indicadores de ubicación.
- b) Indicadores de cantidad.
- c) Letreros y tarjetas.
- d) Nombre de las áreas de trabajo.
- e) Localización de stocks.
- f) Lugar de almacenaje de equipos o materias primas.
- g) Procedimientos estándares.
- h) Disposición de materia prima
- i) Puntos de limpieza y seguridad.

4) Codificación de colores: Se usa para señalar claramente las piezas, herramientas, conexiones, tipos de material y, sitio donde se aplican.

3. Limpieza: Pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y la conservación de la clasificación y el orden de los elementos. El proceso de implementación se debe apoyar en un fuerte

programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución.

Implementación:

a. Campaña de limpieza

- 1) Planificar el mantenimiento de la limpieza
- 2) Preparar el manual de limpieza
- 3) Preparar elementos para la limpieza
- 4) Implementación de la limpieza

a. Campaña de limpieza. Es un buen inicio y preparación para la práctica de la limpieza permanente. Esta jornada de limpieza ayuda a obtener un estándar de la forma como deben estar los equipos permanentemente. Las acciones de limpieza deben ayudarnos a mantener el estándar alcanzado el día de la jornada inicial. Como evento motivacional ayuda a comprometer a la dirección y operarios en el proceso de implantación seguro de la 5's.

1) Planificar el mantenimiento. El jefe de área debe asignar un cronograma de trabajo de limpieza en el área de aerosoles. Si se trata de un equipo de gran tamaño o una línea compleja, será necesario dividirla y asignar responsabilidades por zona a cada trabajador. Esta asignación se debe registrar en un gráfico en el que se muestre la responsabilidad de cada persona.

2) Preparar el manual de limpieza: Es útil elaborar un manual de entrenamiento para limpieza, este manual debe incluir:

- a) Propósito de limpieza.
- b) Fotografía del área o equipo donde se indique la asignación de zonas o partes del sitio de trabajo.
- c) Fotografía del equipo humano que interviene.
- d) Elementos de limpieza necesarios y de seguridad.
- e) Diagrama de flujo a seguir.

3) Preparar elementos para la limpieza: Aquí aplicamos la segunda S, el orden a los elementos de limpieza, almacenados en lugares fáciles de encontrar y devolver. El personal debe estar entrenado sobre el empleo y uso de estos elementos desde el punto de vista de la seguridad y conservación de estos.

4) Implantación de la limpieza: Retirar polvo, aceite, grasa sobrante de los puntos de lubricación, asegurar la limpieza de la suciedad de las grietas del suelo, paredes, cajones, maquinarias, etc.

Es necesario remover capas de grasa y mugre depositadas sobre las guardas de los equipos, rescatar los colores de la pintura o del equipo oculta por el polvo.

4. Estandarizar: En esta etapa se tiende a conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la práctica de las tres primeras “S”. Esta cuarta S está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en condiciones perfectas.

Implementación:

a. Estandarización

- 1) Asignar trabajos y responsables
- 2) Integrar las acciones, clasificar, ordenar y limpiar en los trabajos

a. Estandarización: Se trata de estabilizar el funcionamiento de todas las reglas definidas en las etapas precedentes, con un mejoramiento y una evolución de la limpieza, ratificando todo lo que se ha realizado y aprobado anteriormente, con lo cual se hace un balance de esta etapa y se obtiene una reflexión acerca de los elementos encontrados para poder darle una solución.

1) Asignar trabajos y responsabilidades: Para mantener las condiciones de las tres primeras S's, cada uno del personal de la entidad debe conocer exactamente cuáles son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer, cuando, donde y, como hacerlo. Las ayudas que se emplean para la asignación de responsabilidades son:

- a) Diagrama de distribución del trabajo de limpieza preparado en la etapa de limpieza.
- b) Manual de limpieza.
- c) Tablón de gestión visual donde se registra el avance de cada S implantada.
- d) Programa de trabajo para eliminar las áreas de difícil acceso, fuentes de contaminación y mejora de métodos de limpieza.

2) Integrar las acciones de clasificación, orden y limpieza en los trabajos de rutina: El estándar de limpieza de mantenimiento autónomo facilita el seguimiento de la acciones de limpieza y control de elementos de ajuste y fijación. Estos estándares ofrecen toda la información necesaria para realizar el trabajo. El mantenimiento de las condiciones debe ser una parte natural de los trabajos regulares de cada día

5. Disciplina: La práctica de la disciplina pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados. En lo que se refiere a

la implantación de las 5 S, la disciplina es importante porque sin ella, la implantación de las cuatro primeras Ss, se deteriora rápidamente.

Implementación:

a. Disciplina

- 1) Papel de la Dirección
- 2) Papel de los funcionarios y
- 3) Formación

a. Disciplina: La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de las otras S s que se explicaron anteriormente. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y, solo la conducta demuestra la presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

1) Formación: Las 5 S no se trata de ordenar en un documento por mandato “implante las 5 S”. Es necesario educar e introducir el entrenamiento de aprender haciendo, de cada una de la S s.

2) El papel de la dirección: Para crear las condiciones que promueven o favorecen la implantación de la disciplina, la dirección tiene las siguientes responsabilidades:

- a) Educar al personal sobre los principios y técnicas de las 5 S y mantenimiento autónomo.
- b) Crear un equipo promotor o líder para la Implementación en toda la entidad.
- c) Suministrar los recursos para la implantación de las 5 S.
- d) Motivar y participar directamente en la promoción de sus actividades.
- e) Evaluar el progreso y evolución de la implantación en el área de Aerosoles.
- f) Participar en las auditorias de progreso.
- g) Aplicar las 5 S en su trabajo.
- h) Enseñar con el ejemplo.
- i) Demostrar su compromiso y el de la empresa para la implantación de las 5 S.

3) El papel de los funcionarios y contratistas: Para crear las condiciones que promueven o favorecen la implantación de la disciplina, los funcionarios y contratistas tienen las siguientes responsabilidades:

- a) Continuar aprendiendo más sobre implantación de las 5 S.

- b) Asumir con entusiasmo la implantación de las 5 S.
- c) Colaborar en su difusión del conocimiento empleando las lecciones de un punto.
- d) Diseñar y respetar los estándares de conservación del lugar de trabajo.
- e) Realizar las auditorias de rutinas establecidas.
- f) Pedir al jefe del área el apoyo o recursos que se necesitan para implantar las 5 S.
- g) Participar en la formulación de planes de mejoras continuas.
- h) Participar activamente en la promoción de las 5 S.

D. Ventajas de aplicar 5` s

1. Mayor seguridad.
2. Higiene correcta.
3. Ambiente agradable.
4. Facilidad de inspección
5. Disminución de riesgo de incendio.
6. Disminución de pérdidas de tiempo debidas a falta de organización.
7. Facilidad para consultar los Documentos técnicos.
8. Entorno agradable.
9. Facilidad de control de niveles, fugas, obstáculos etc.
10. Menos incidentes debidos a depósitos de grasa y suciedad.
11. Eliminación de pequeñas averías.
12. Disminución de desperdicios y problemas de calidad
13. Disminución de tiempos muertos.
14. Eleva confiabilidad de equipos y herramientas
15. Disminuye errores en trabajos.
16. Mejora la imagen ante el cliente.

X. CONCLUSIONES

1. Con el rediseño propuesto para la línea de producción de aerosoles, se lograría aumentar la producción un 45%, por lo que la eficiencia de la misma aumentaría.
2. Según el análisis del proceso actual, se determinó que la línea de producción de aerosoles presenta varias deficiencias, como lo son: sus constantes derrames de pintura, la ausencia de un sistema de llenado que se adapte a las necesidades del proceso y, una mala distribución de las estaciones de la línea.
3. Con la implementación del rediseño, se utilizaría el 66% del tiempo operativo para realizar la misma labor, la eficiencia de la línea de producción, aumentaría aproximadamente en un 50%.
4. Se diseñó un sistema automático de llenado, con lo que se logra un 98% de precisión en el llenado de pintura, eliminando los derrames de la misma.
5. Con la propuesta de este rediseño, se reduciría un 22% en costos de personal, con la eliminación del uno de los motores, se tendría una disminución del 20% en costos de operación en lo que respecta al transporte (Banda transportadora).
6. Según el estudio de rentabilidad realizado, se tendría una inversión inicial de Q.28, 200.00, un ahorro de Q.4, 800.00 por reducción de personal y, un aumento del 45% de la producción mensual, que equivale a Q.379, 175.00 de utilidades. Por lo que este proyecto se estaría pagando en un solo turno, lo que lo hace rentable para la Empresa *Superbia, Grupo Solid Guatemala*.

XI. RECOMENDACIONES

1. Realizar un plan de mantenimiento preventivo específicamente para el área de aerosoles.
2. Elaborar un balance de líneas en la fabricación de aerosoles
3. Implementar un procedimiento de limpieza en la línea de producción, para evitar atrasos en la producción.
4. Capacitar al personal periódicamente.
5. Mantener un control sobre el programa de las 5's.

XII. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIA DE INTERNET

- AnasofiaR, Estudios en tiempos y movimientos, [http:// ingeniería del trabajo 042010.wikispaces.com/ file/view/Estudio/de/Movimientos.pdf](http://ingeniería%20del%20trabajo.wikispaces.com/file/view/Estudio/de/Movimientos.pdf) [15 de abril del 2012]
- Estudio de tiempos y movimientos-Ingeniería Industrial, [http:// ingenieros industriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos](http://ingenieros%20industriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos) [22 de abril del 2012]
- Fabricación pinturas en aerosol, [http:// abcarticulos.info/ article/ fabricación-de-pinturas-en-aerosol](http://abcarticulos.info/article/fabricación-de-pinturas-en-aerosol),[10 de abril del 2012].
- Silva Vásquez, Wilson José. 1ra Edición 2012. Ingeniería y Procesos de Manufactura. Editorial Universitaria. 261 páginas.