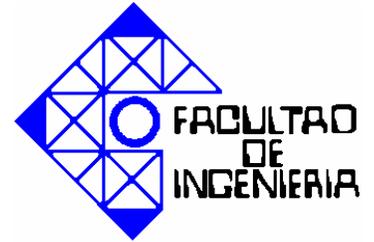




Universidad de Carabobo.

Facultad de ingeniería.

Escuela de ingeniería industrial.



**Diseño de estrategias para la disminución de desperdicios en la línea de vidrios laminados de la empresa BLITEC C. A. Edo. Carabobo**

Línea de investigación: Ingeniería de Productividad e Innovación Tecnológica

**Autores:**

Quijada Norman C. I.: 19.552.816

Rodríguez Leonel C. I.: 20.385.782

Naguanagua, noviembre del 2016



Universidad de Carabobo.  
Facultad de Ingeniería.  
Escuela de Ingeniería Industrial



**Diseño de estrategias para la disminución de desperdicios en la línea de vidrios laminados de la empresa BLITEC C. A. Edo. Carabobo**

Caso: Empresa BLITEC C.A.

Trabajo Especial de Grado presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo para optar por el título de Ingeniero Industrial.

**Autores:**

**Tutor:** Marianna Barrios.

Quijada Norman CI: 19.552.816

Rodríguez Leonel CI: 20.385.782

Naguanagua, noviembre del 2016

## **Agradecimientos.**

Primordialmente quiero agradecer a Dios por siempre acompañarme y guiarme en la realización de esta y todas mis metas.

A mi mamá, mi papá y mis hermanas Leonela e Indira los cuales me han brindado su cariño y apoyo incondicional siempre creyendo en mí. Ustedes son el motor que ha impulsado mi vida.

A mis amigos aquellos que han sido fuera de lo NORMAL brindándome ánimos en todo momento de mi carrera, Chen, Omar, Mariana, Erika, Sai, Yax muchas gracias.

A todos aquellos que conocí durante mi recorrido en la facultad de ingeniería y participaron en mi formación como ingeniero, en especial a eso que se convirtieron en más que compañeros de clase amigos, los integrantes de ese grupo que comenzó gracias a materias como termodinámica, Probabilidades y métodos estadísticos I, Ramón, Yana, Marianna y Michelle; a Elcris por ser mi pareja fiel del departamento de ingeniería de Métodos y a Isabell por ser mi contrincante y compañera en los preparatorias del departamento de ingeniería de métodos, y a muchos más como Jacksybert quien nunca me abandono en esta carrera, a Samy y Stephany por brindarme apoyo y amistad.

A la profesora Marianna Barrios por guiarnos en nuestro trabajo de la forma más dulce y amable, profe gracias por siempre presentarse con una sonrisa y palabras alentadoras eso si siempre recordándonos que tenemos que cuantificar y profundizar la información jajaja.

Norman por ser un apoyo importante en esta meta y más que un compañero de tesis mi amigo.

Gracias a todos uds hoy puedo decir ***lo logre!***

Primeramente, a Dios por darme las fuerzas para continuar y llevarme por el camino correcto.

A mi familia, a mi mama, mi papa y mi hermana Nelsy por ser mis modelos a seguir dentro y fuera de la universidad, por estar siempre dispuestos a ayudarme, guiarme y apoyarme en todo lo que fuese necesario. Son unas personas maravillosas y estoy agradecido con Dios por tenerlos a ustedes en mi vida.

A Carley Giorgi y Samaris Saturno, por ayudarnos y recomendarnos como tesisistas a la empresa BLITEC C.A., sin su ayuda no hubiésemos conseguido la oportunidad de realizar allí nuestro Trabajo Especial de Grado.

A mis amigos, compañeros de la universidad los cuales forman parte de mi éxito de forma directa o indirecta, Ramon, Yana, Jose Antonio, Elcris, Stephany, Steffany de Abreu, Michelle, Pedro, Angela, Yorman y Sergio les estoy agradecido a todos ustedes por contribuir de la manera que fuese a mi éxito. Y a todos los miembros de DBQS y Afligido no los olvido.

A mi tía Yuveida por todo su apoyo durante mi carrera.

A la profesora Marianna por su buena voluntad frente a todas las dificultades presentes, por guiarnos y orientarnos con una sonrisa a lo largo de este proyecto.

Leonel por ser mi compañero de tesis, mi amigo y por ser parte importante de esta meta.

## **Dedicatoria**

A Dios por permitirme lograr concluir esta meta tan importante para mí.

A mis padres quienes fueron el principal impulso para realizar esta meta brindándome fuerzas en este largo camino.

A mis hermanas quienes fueron la principal motivación en convertirme en un profesional.

A todos los demás miembros de mi familia tanto Rodríguez como Manzanilla por siempre estar atentos a todos mis pasos durante este viaje.

Leonel R. Rodríguez Manzanilla.

A Dios, por su ayuda para concluir este objetivo,

A mis padres por ser la pieza fundamental en la realización de esta meta.

A Nelsy por ser mi modelo profesional a seguir.

A toda la familia Quijada – Loreto y amigos que me acompañaron en este camino.

Norman R. Quijada Loreto.

## Tabla de contenido

INTRODUCCION .....	8
CAPITULO I .....	11
EL PROBLEMA. ....	11
I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	11
I.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION. ....	18
I.3 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	19
I.4 ALCANCE Y LIMITACIONES. ....	20
CAPITULO II .....	22
MARCO TEORICO. ....	22
II.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION. ....	22
II.2 BASES TEORICAS.....	24
II.3 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS.....	39
CAPITULO III .....	41
MARCO METODOLOGICO. ....	41
III.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
III.2 UNIDAD DE ANALISIS.....	42
III.2 TECNICAS DE RECOPIACION Y ANALISIS DE INFORMACION.....	43
III.3 FASES DE INVESTIGACION.....	43
CAPITULO IV.....	46
DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	46
IV.1.1.3. Visión de la empresa. ....	50
IV.1.1.4. Misión de la empresa. ....	51
IV.1.2. Descripción del producto.....	52
IV.1.3. Descripción de Materia Prima. ....	54
IV.1.6 Descripción del proceso .....	61
IV.1.7 Diagrama de bloques del proceso. ....	66
IV.1.8 Diagrama de operaciones del proceso.....	67

Estudio de recorridos.....	75
Estudio ergonómico de BLITEC.....	93
Estrategias para reducir desperdicios.....	97
CAPÍTULO V.....	99
DISEÑO DE ESTRATEGIAS. ....	99
V.1. Estrategia N°1: Aumento de la velocidad del manejo de materiales:.....	99
V.2. Estrategia N°2: Estandarización de proceso:.....	104
V.3. Estrategia N°3: Diseño de dispositivos:.....	123
V.4. Estrategia N°4: Plan de mantenimiento preventivo.....	133
V.5. Estrategia N°5: Propuesta de implementación de 5'S.....	139
V.6. Estrategia N°6: Diseño de un sistema de Indicadores de Gestión.....	154
CONCLUSIONES.....	170
RECOMENDACIONES.....	172
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	174
ANEXOS.....	175
Anexos 2.....	193

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Curva de Pedidos vs. Producción.....	13
<b>Figura 2.</b> Distribución en planta de BLITEC C. A.....	47
<b>Figura 3.</b> Ubicación geográfica de BLITEC C. A.....	48
<b>Figura 4.</b> Estructura Organizacional de la Empresa .....	50
<b>Figura 5.</b> Vista de perfil de un vidrio laminado. ....	54
<b>Figura 6.</b> Diagrama de bloques del proceso.....	66
<b>Figura 7.</b> Diagrama del operaciones del proceso de la empresa BLITEC.....	67
<b>Figura 8.</b> Recorrido de materiales. ....	75
<b>Figura 9.</b> Esquema actual del tiempo que tarda la lamina en cada estación. ....	100
<b>Figura 10.</b> Distribución del personal de producción en planta. ....	104
<b>Figura 11</b> Hoja de proceso estación L01.....	111
<b>Figura 12.</b> Diseño de letreros de señalización.....	118
<b>Figura 13.</b> Vista de carteleras informativas.....	121
<b>Figura 14.</b> Partes del dispositivo de corte. ....	124
<b>Figura 15.</b> Diseño del dispositivo de corte. ....	125
<b>Figura 16.</b> Vista del dispositivo de corte instalado.....	125
<b>Figura 17.</b> Vista frontal y de perfil con corte trasversal del dispositivo.....	127
<b>Figura 18.</b> Vistas y medidas del dispositivo de alisado del polivinil. ....	129
<b>Figura 19.</b> Dispositivo de aplanado para el PVB.....	130
<b>Figura 20.</b> Ubicación del depósito para la implementación 5`S.....	142
<b>Figura 21.</b> Criterios para Clasificar Elementos.....	146
<b>Figura 22.</b> Tarjeta Roja de Identificación de Elementos Innecesarios.....	146
<b>Figura 23.</b> Formato de Limpieza.....	151
<b>Figura 24.</b> Formato de registro 5`s.....	152
<b>Figura 25.</b> Formato de Evaluación de Cumplimiento.....	153

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Pedidos emitidos por cliente, producción mensual y unidades sin producir. .....	13
<b>Tabla 2.</b> Tiempo estimado de operaciones manuales por estación .....	15
<b>Tabla 3.</b> Codificación de colores de polivinil (PVB) .....	56
<b>Tabla 4.</b> Descripción y Cuantificación de desperdicios. ....	69
<b>Tabla 5.</b> Análisis de las causas de desperdicios (5 por qué).....	72
<b>Tabla 6.</b> Recorrido de materiales. ....	76
<b>Tabla 7.</b> Prueba piloto para el estudio de Tiempo (Lavadora). ....	81
<b>Tabla 8.</b> Prueba piloto para el estudio de Tiempo (Cuarto de ensamble). ....	82
<b>Tabla 9.</b> Prueba piloto para el estudio de Tiempo (Salida del horno). ....	84
<b>Tabla 10.</b> Estudio de Tiempo para determinar el tiempo estándar (Lavadora). ....	85
<b>Tabla 11.</b> Estudio para tiempo estándar (cuarto de ensamble). ....	87
<b>Tabla 12.</b> Estudio para tiempo estándar (salida del horno). ....	88
<b>Tabla 13.</b> Actividades del cuarto de ensamble. ....	89
<b>Tabla 14.</b> Diagrama de cuadrillas cuarto de ensamble. ....	90
<b>Tabla 15.</b> Porcentaje de ocupación de los operadores cuarto de ensamble. ....	92
<b>Tabla 16.</b> Causa raíz vs estrategia de solución .....	97
<b>Tabla 17.</b> Plan de acción de implementación de las hojas de proceso en la línea de vidrio laminado.....	109
<b>Tabla 18.</b> División de operaciones por estación. ....	116
<b>Tabla 19.</b> Inversión Requerida .....	122
<b>Tabla 20.</b> Cantidades y costos de materiales para la elaboración del dispositivo ...	126
<b>Tabla 21.</b> Cantidades y costos de materiales para el dispensador de lija.....	128
<b>Tabla 22.</b> Cantidades y costos de materiales para aplanador de PVB. ....	130
<b>Tabla 23.</b> Cronograma de actividades. ....	134
<b>Tabla 24.</b> Cursos para la capacitación del personal. ....	136
<b>Tabla 25.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo a los equipos de la línea de vidrio laminado.....	137
<b>Tabla 26.</b> Costos asociados a la implementación del mantenimiento preventivo ....	138
<b>Tabla 27.</b> Cronograma de Capacitación. ....	143
<b>Tabla 28.</b> Formato Para Totalización de Elementos Innesarios. ....	147
<b>Tabla 29.</b> Cronograma de Limpieza.....	150
<b>Tabla 30.</b> Ficha técnica de los indicadores.....	159
<b>Tabla 31.</b> Ficha técnica porcentaje de órdenes no atendidas. ....	160
<b>Tabla 32.</b> Ficha técnica porcentaje de órdenes no atendidas. ....	161
<b>Tabla 33.</b> Ficha técnica Eficiencia de la mano de obra. ....	162

<b>Tabla 34.</b> Ficha técnica Productividad mensual. ....	164
<b>Tabla 35.</b> Ficha técnica Porcentaje de láminas defectuosas.....	165
<b>Tabla 36.</b> Ficha técnica Porcentaje de ausentismo de la fuerza laboral.....	167
<b>Tabla 37.</b> Ficha técnica Porcentaje de ausentismo de la fuerza laboral.....	168



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**DISEÑO DE ESTRATEGIAS PARA LA DISMINUCION DE  
DESPERDICIOS EN LA LÍNEA DE VIDRIO LAMINADO DE BLITEC C. A  
SAN DIEGO, EDO. CARABOBO.**

**TUTOR: Ing. Marianna Barrios**

**AUTORES:  
Leonel Rodríguez  
Norman Quijada.**

**RESUMEN**

El presente trabajo especial de grado se desarrolló en la empresa BLITEC C. A. una organización dedicada a producción de vidrio laminado reflectivo, decorativo y translucido, con el fin de proponer una serie de estrategias dentro del área productiva de la organización para así aumentar la productividad. La investigación se encuentra enmarcada en la modalidad de proyecto factible, ya que proporciona respuestas a la problemática existente en la empresa. Se inicia con una análisis de la situación actual, mediante las herramientas ESIDE, Estudio de tiempos, método REBA, técnica de los cinco por ques, diagramas de cuadrilla y de espagueti para poder identificar los desperdicios que afecten la producción actual y dado que la empresa tiene solo 8 meses en el mercado se comenzara con un registro histórico de las debilidades y fortalezas de la organización. El análisis expuso que debido al deseo de iniciar actividades la puesta en marcha se realizó sin la planificación debida, generando así una baja productividad en la planta debido a la falta de estandarización en las actividades, largos recorridos del material y de los operadores al momento de ejecutar las operaciones, movimientos disergonomicos, paradas no planificadas y largas demoras a lo largo del proceso de fabricación de vidrio laminado. Para reducir el impacto negativo de todos estos desperdicios se diseñaron estrategias como el aumento de la velocidad de los rodillos activados, la estandarización del proceso, la implementación de dispositivos que reduzcan la carga laboral y los movimientos de dorso-flexión, un plan de mantenimiento preventivo, la aplicación de la técnica 5´S y un sistema de indicadores de gestión. Estas estrategias se diseñaron de forma tal que fuesen rentables para la organización basándonos en la relación beneficio – costos.

**Palabra claves:** Productividad, ESIDE, REBA, estandarización, mejora, reducción.

## INTRODUCCION

En la actualidad, las empresas están en un constante cambio día tras día, para así adaptarse a un ambiente tan multivariante. Variables como satisfacción al cliente, velocidad de respuesta, riesgos laborales, son tomados muy en cuenta a la hora de elaborar un proceso, por esta razón se han tenido que adoptar metodologías para así abarcar estas variables y tratar de ser más competitivo.

BLITEC C.A. es una empresa dedicada a la elaboración de láminas de vidrio laminado, las cuales son utilizadas por empresas dedicadas a la construcción para fachadas de edificios, escaleras, pisos, puertas, decoración en general, entre otros, actualmente está presentando problemas para satisfacer la demanda que tienen, lo cual genera retrasos en los pedidos y esto a su vez causando clientes insatisfechos.

Al detallar el proceso de producción presente en la planta se observan las debilidades del mismo, asociados a largos periodos de tiempo para realizar las operaciones y desperdicio de materia prima, sumado a esto es destacable que la empresa solo posee 8 meses en el mercado y que actualmente carece de experiencia en los procesos de elaboración de este producto, es por esto que tiene que mejorar su proceso atacando los puntos claves del mismo para así ser más competitivo y tratar de obtener la máxima satisfacción de sus clientes, por esta razón la necesidad de realizar un trabajo de investigación y así tratar de establecer las fallas en el proceso.

El presente trabajo especial de grado tiene como objetivo principal resolver esta problemática mediante el diseño de estrategias que ayuden a

reducir los desperdicios presentes en el proceso, para así garantizar una metodología de trabajo más eficiente la cual ayude a impulsar una mejor producción y por ende dar garantía de satisfacer demanda presente. La investigación constara de 5 capítulos los cuales son descritos a continuación:

Capítulo I: Comprende el planteamiento del problema y formulación del mismo, los objetivos que se alcanzaran al final de la investigación y su justificación.

Capítulo II: Se presenta el marco teórico, donde se señalan los antecedentes del estudio y las bases teóricas que sustentan el trabajo de investigación

Capítulo III: Se muestra el marco metodológico constituido por las bases metodológicas utilizadas para la realización de la investigación, así mismo las fases que se deben seguir para alcanzar los objetivos propuestos.

Capítulo IV: Se detalla la situación actual, su descripción y análisis, para así llegar a la raíz del problema.

Capítulo V: Contiene el diseño de las estrategias planteadas para la reducción de los desperdicios presentes a lo largo de proceso de producción mediante dispositivos y toma de acciones las cuales nos presentan la evaluación técnica y económica de las propuestas planteadas, para así verificar que tan rentable es para la empresa implementarlas.

Una vez culminado el estudio, se presentan las conclusiones, las recomendaciones que complementan la investigación realizada, las referencias bibliográficas y los anexos.

Este estudio es de relevancia para la empresa BLITEC C.A en particular, y para todas aquellas empresas con este tipo de problemática.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA.**

#### **I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

En el ámbito industrial nacional, a diario nacen nuevas empresas con el objetivo de incurrir en mercados abandonados debido a la situación política, social y económica que se vive en la actualidad. Para emerger y consolidarse en el mercado actual, dichas organizaciones deben tener en cuenta que tales objetivos dependen de la correcta planificación, el pleno conocimiento y control de todas las variables críticas a lo largo del proceso, la innovación de sus líneas y productos para lograr la ejecución de una producción que cumpla con estándares establecidos, mantener un nivel apto de competitividad, mejorar su eficiencia y reducir sus costos de producción.

No importa si se trata de una pequeña o mediana empresa, ni la actividad a la cual ésta se dedique, siempre que se inicie una organización está el riesgo de caer en una situación de desequilibrio financiero, en la mayoría de los casos es generada por graves errores estratégicos y de planificación, o bien, por la acumulación de estos, tanto en materia productiva, comercial y administrativa. Son muchos los problemas que enfrentan las organizaciones hoy en día, entre los más comunes están: tiempos de preparación muy altos, los cuales disminuyen la capacidad de producción, cuellos de botella, altos inventarios de productos terminados, falta de sistemas de control de calidad integrado en los procesos, paradas no programadas, desorden en el área de trabajo, falta de información y

capacitación necesaria para el personal que realiza las operaciones, productos defectuosos , movimientos innecesarios, entre otros.

En síntesis, para ser competitivo se debe cumplir simultáneamente con los siguientes objetivos: el producto final debe obtener una calidad igual o superior a la que ofrece la competencia; el costo del producto debe ser igual o menor al de la competencia y la entrega del producto al cliente debe hacerse de manera oportuna.

Con la intención de irrumpir fuertemente en un mercado casi exclusivo en su totalidad y bajo el concepto de cumplir a cabalidad con los objetivos de que garanticen la competitividad, nace Blitec, una empresa nueva e innovadora productora de vidrios laminados, la cual es creada con la finalidad de competir en un mercado prácticamente monopolizado con un producto de calidad a la altura de los estándares impuestos en el mercado, de tal forma planea establecerse y consolidarse mediante un buen desempeño en el mercado como uno de los principales productores de vidrios laminados a nivel nacional.

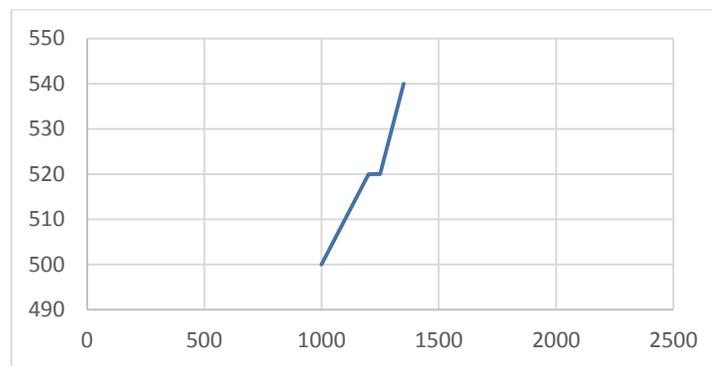
Debido a que la empresa inició las actividades recientemente, ésta no cuenta con un conocimiento real de las actividades que no agregan valor al proceso, los tiempos estándar de cada actividad, los tiempos de ciclo del proceso, la capacidad real de la planta y la cantidad necesaria de operarios en cada estación, esta situación desea ser solventada ya que representa una desventaja competitiva para la empresa, al no permitirle a la misma operar bajo un nivel de capacidad efectivo y eficiente para dar respuesta al mercado. Debido a este vacío de información surge la necesidad de realizar un estudio en los métodos de trabajo, para así lograr que la empresa se establezca con una capacidad que satisfaga las necesidades del mercado, para fijar niveles eficientes de producción, los cuales permitan satisfacer un

promedio de demanda mensual de 1200 unidades de vidrio laminado, ya que actualmente la empresa solo está logrando manufacturar 26 unidades de vidrio laminado en promedio por día y 520 unidades mensuales, dejando de comercializar 34 láminas por día y 680 láminas mensuales (Pedidos emitidos por clientes, producción mensual y unidades sin producir, ver tabla 1).

**Tabla 1.** Pedidos emitidos por cliente, producción mensual y unidades sin producir.

Mes	Pedidos emitidos por clientes (Und.)	Cantidad de unidades producidas (Und.)	Unidades en escasez (Und.)
Mayo	1000	500	500
Junio	1200	520	680
Julio	1250	520	734
Agosto	1350	540	810

Fuente: departamento de ventas y producción.



**Figura 1.** Curva de Pedidos vs. Producción.

Además de esto en la línea de vidrios laminados se observa a simple vista un número de 8 actividades que no agregan valor al proceso, estas son: transporte del taco de lámina de vidrio crudo al comienzo del proceso, carga de láminas a la lavadora, verificación del nivel de agua de la lavadora, eliminación del aire entre la lámina y el polivinil en el cuarto de ensamble, descarga de láminas del horno, transporte del producto en proceso de una actividad a otra, transporte del vidrio laminado ensamblado al horno

autoclave y transporte del producto terminado a la zona de almacenaje, estas actividades aun cuando no agregan valor al producto ya que no son parte fundamental de la transformación de la lámina de vidrio cruda al vidrio laminado terminado son necesarias para que la organización pueda realizar dicha transformación y se realizan de esta manera debido a que el conjunto total de acciones para la elaboración del vidrio laminado que fueron establecidas, se fijaron únicamente para dar inicio a la producción, pero no se ha realizado ningún estudio el cual pueda mejorar los métodos de trabajo establecidos, además de no agregar valor al proceso, estas actividades generan retraso de hasta 30 minutos en promedio en el tiempo de producción de 10 láminas lo que constituye media jornada diaria laboral. En el proceso solo se conoce este número de actividades más, sin embargo, la gerencia de la empresa sospecha que deben existir algunas otras y que sin su eliminación, combinación o mejora el proceso no podrá aumentar su eficiencia.

Al observar el proceso de manufactura de la línea de vidrios laminados se determinaron tiempos de preparación referente a la búsqueda del taco de vidrio crudo de 24 láminas, el cual es la materia prima del proceso, por medio de un montacargas, el manejo de dicha materia se demora en promedio 25 minutos, durante los cuales el proceso de lavado se encuentra detenido, tal demora es consecuencia de la falta de una planificación en el orden de las operaciones. Adicionalmente, hay demoras al momento en que la lámina pasa del cuarto del ensamble al horno, dichas demoras son generadas por la falta de estandarización de las actividades del cuarto de ensamble, la falta de agilidad por parte de los operarios al momento de rotar en las estaciones de trabajo y la velocidad en la que los rodillos activados transportan la lámina del cuarto de ensamble al horno, por tal motivo la operación en total tiene un tiempo de duración de 6 minutos en promedio por unidad de vidrio laminado

dentro del cuarto de ensamble, esto se debe a que estas operaciones no cuentan con una estandarización.

En la actualidad la organización no cuentan con tiempos estándares reales de las actividades manuales ya que cuando la empresa inició la producción sólo se instruyó a los operarios de cómo realizarlas sin tomar en cuenta el tiempo en el que deberían ejecutarse, por ahora la información que se maneja no es más que un aproximado del conjunto de actividades manuales que realiza un operario por estación (tiempo estimado de operaciones manuales por estación, ver tabla 2), este promedio fue obtenido mediante entrevistas a los operadores, mas no han sido comprobados mediante estudios de métodos de trabajo, además de desconocer los tiempos de cada elemento que conforman las actividades, la falta de esta información no permite conocer el tiempo de ciclo que tarda en generarse una unidad terminada y por ende se desconoce la capacidad máxima a la que podría trabajar la línea, desperdiciando la oportunidad de poder producir una mayor cantidad de vidrio laminado.

**Tabla 2.** *Tiempo estimado de operaciones manuales por estación*

Estación	Tiempo aproximado de operación
Estación de lavado	7 minutos/lámina
Cuarto de ensamble	11 minutos/lámina
Horno de presellado	7 minutos/lámina
Horno autoclave	4 minutos/lámina

**Fuente:** departamento de producción (Juan Sánchez).

Aunque todos los operarios cuentan con los implementos necesarios de seguridad existe la presencia de riesgos y condiciones inseguras a las cuales el trabajador puede estar expuesto, más aun por el tipo de materia prima con la que se trabaja. En el área de lavado al momento de realizar la

carga de la lavadora han ocurrido incidentes al menos 2 veces por mes, debido a que el operario olvida eliminar el óxido de silicio presente en el vidrio y al momento en que la lámina es elevada por la grúa, esta no adhiere correctamente las ventosas dejando caer la lámina de vidrio y golpeando a las láminas restantes del taco en que se presenta la materia prima, en promedio al ocurrir esto se pierden aproximadamente 8 de las 12 o 14 láminas que conforman un taco dependiendo de su presentación.

En el área de ensamble al momento de realizar la liberación del aire que permanece atrapado entre el polivinil y la lámina de vidrio crudo, el operario, aun cuando cuenta con un bastón para ejercer la tarea debido al tamaño de la lámina, la cual es de 3 metros de ancho, realiza un movimiento de 5to orden para poder eliminar el aire a lo largo de toda la lámina de vidrio, esta tarea se ejecuta cada vez que se ensambla una lámina, por lo tanto es realizada 26 veces por jornada en las condiciones que se produce actualmente.

El proceso de producción genera la aparición de otros desperdicios en la línea de vidrios laminados en cuanto a materia prima rechazada, en este caso se han detectado en promedio un taco de vidrio con al menos una lámina de vidrio crudo fuera de especificaciones por jornada, estaciones de trabajo un numero incorrecto de trabajadores , un claro ejemplo es la estación de ensamble (ya antes mencionada), esta cuenta con tres operadores, los cuales reportan a la empresa fatiga debido a la falta de tolerancia en el tiempo emplean para realizar sus operaciones, este problema es debido a que no se han calculado tiempos estándares en las actividades ni se ha realizado un balance de línea para determinar el número necesario de operarios.

Además de los problemas ya antes mencionados, una falta grave en cuanto al monitoreo de las operaciones que se realizan en la planta es que la organización no cuenta con indicadores de gestión que permitan el control de las actividades, de continuar así en un futuro pueden influir en la productividad de la empresa de manera negativa, además, la falta de estos no permite la realización de un registro histórico de los elementos que no generan valor al producto dificultando así la búsqueda de soluciones simples que solventen de forma exitosa los problemas ocasionados por los desperdicios presentes en el proceso.

La falta de información de la empresa acerca de sus métodos de trabajos actuales genera una desasosiego en la gerencia de BLITEC en cuanto a su futuro en el mercado ya que a pesar que esta pretende ser un líder en un nicho de mercado casi desierto, trabajando con equipos de alta tecnología y fijando estándares de alta calidad, hasta que no se realice una evaluación del proceso de producción en cuanto a desperdicios, se determinen los tiempos estándares de cada una de las estaciones, se realice una estandarización de las operaciones, se establezcan indicadores de gestión capaces de dar seguimiento del nivel de productividad de la empresa y se diseñen e implementen estrategias para aumentar la productividad de la organización, la gerencia general de BLITEC no podrá establecer a la empresa como una organización líder en el mercado de vidrios laminados.

*“La evaluación de los métodos de trabajo a lo largo de la línea de producción es una de las necesidades primordiales de la empresa”*

Héctor Pérez.

Presidente de BLITEC.

### **I.1.1 Formulación del problema**

Los problemas mencionados anteriormente se deben a la falta de planificación por parte de la organización, ya que esta acondiciono la planta solo con el objetivo de iniciar operaciones sin pensar a largo plazo, incurriendo en desperdicios que atentan contra la eficiencia de la misma, por esta razón nace la interrogante ¿Cómo mejorar el proceso de producción de vidrio laminado en BLITEC implementando herramientas de Ingeniería de Métodos?

## **I.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.**

### **I.2.1 Objetivos generales**

Diseñar estrategias para la disminución de desperdicios en la línea de vidrio laminado en la empresa BLITEC C. A. San Diego, estado Carabobo.

### **I.2.2 Objetivos específicos.**

Describir la situación actual de la línea de vidrio laminado en la empresa BLITEC C. A. mediante la observación directa para exponer los desperdicios presentes.

Evaluar las actividades a lo largo del proceso de laminado de vidrio en la empresa BLITEC C. A. usando técnicas de medición de trabajo para determinar causas raíces de los desperdicios.

Determinar tiempos estándares actuales de las actividades del proceso y el tiempo de ciclo del cuarto de ensamble en la línea de producción de vidrios laminados en la empresa BLITEC C. A. mediante un cronometrado intermitente para conocer la capacidad máxima de producción.

Proponer mejoras con base en los problemas identificados en el proceso de producción que garanticen un aumento en la eficiencia de las actividades de la organización.

Determinar el impacto económico que generarían las propuestas de mejoras a lo largo del proceso en la empresa BLITEC C.A., a través de la relación beneficio – costos.

### **I.3 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.**

Toda organización que pretende establecerse en un mercado debe comprometerse en generar productos de calidad utilizando las facilidades, la materia prima y los recursos humanos necesarios y de forma conveniente, mejorando los procesos y reduciendo los desperdicios que se generan a lo largo de este; para que una planta industrial se desenvuelva de una buena manera y cumpla con ítems mencionados anteriormente se debe tener un pleno conocimiento de cada una de las actividades que componen el proceso de producción, los riesgos que generan la carga laboral ejercida por cada uno de los puesto de trabajo hacia cada miembro de la organización y la capacidad de producción con la cual la planta responderá a la demanda que se desea abarcar.

La información con la que cuenta la gerencia de la empresa de vidrios laminados BLITEC C. A. en la actualidad ha permitido que la planta genere un producto de alta calidad, sin embargo, debido al corto tiempo que la empresa se encuentra activa esta no posee una base de información sustanciosa de las operaciones ni cuenta con patrones estandarizados de las mismas por esto surgen las interrogantes ¿Los métodos de producción fijados con la información que se cuenta es la mejor manera de producir? ¿Las demoras que se presentan en el proceso pueden ser evitadas? ¿La capacidad con la cual la planta produce en la actualidad es eficiente? ¿Se

puede producir más con los recursos que se dispone? Estas preguntas generan la necesidad de realizar un estudio y análisis completo de los métodos de trabajo basándose en el estudio de la mejora continua el cual indica que *SIEMPRE HAY UNA MEJOR MANERA DE HACER LAS COSAS*, y así lograr un mayor aprovechamiento de los recursos.

El objetivo de la propuesta es brindar a los autores la oportunidad de poner en práctica ,afianzar y expandir los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, mientras que, para la empresa brindaría la oportunidad de realizar mejoras en el proceso tanto productivo como administrativo, reflejadas en una mejor imagen corporativa y de servicio, en una estandarización de los procesos ya definidos e implantados para disminuir los tiempos asociados a las actividades necesarias para la producción, y de esta manera contribuir al mejoramiento continuo que permita que la cadena productiva sea cada vez más eficiente, buscando obtener una disminución de los costos operativos y una mejor gestión de los recursos que generan mayor utilidad, y permitir a la empresa BLITEC C. A. adaptarse a las nuevas situaciones que surjan en su entorno.

#### **I.4 ALCANCE Y LIMITACIONES.**

Las propuestas de mejoras en esta investigación se desarrollarán en la línea de vidrios laminados de la empresa BLITEC C. A., ubicada en la zona industrial San Diego, Carabobo. Con esta propuesta se pretende aumentar la productividad, eliminar demoras innecesarias en el proceso y calcular la capacidad con la cual se podrá cumplir con las metas establecidas por la empresa. La implementación de las mejoras propuestas en esta investigación quedara a manos de la dirección y el ejecutivo de la empresa Blitec C. A., conociendo estos si cuentan con las disponibilidades tanto económicas como de tiempo para realizarlas.

El estudio de tiempos se realizará sólo para el estado actual de la empresa debido a que no existe ningún registro histórico en la organización, por otra parte al contar con los tiempos de producción actuales y proponer mejoras basadas en estos podemos predecir una disminución en dichos tiempos y un posible aumento en la productividad.

Cabe destacar que la metodología empleada en este trabajo puede ser aplicada en otras líneas de producción similares, que deseen aumentar su productividad, tanto para la empresa Blitec C. A. como para otras organizaciones.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO.

#### II.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.

A continuación, se analizarán los aportes que se obtuvieron a través de trabajos de investigación, vinculados con el presente proyecto de investigación. De esta forma se obtendrán los respaldos necesarios para dar estructura firme al estudio planteado.

**Herrera y Cardona (2013)** realizaron un estudio con el objetivo de elevar la producción en la línea de puertas de Petrocasa, Madera sintética, S. A., para lo cual se propone mejora en toda el área con la finalidad de eliminar los desperdicios presentes. En la investigación se aplicó la metodología ESIDE, la cual permitió identificar los desperdicios en el sistema para dar paso a propuestas de mejora que eliminen o reduzcan los mismos. Además se implementó el método de las 5's, se elaboraron normas e instructivos de trabajo además de un taller de adiestramiento de personal en normalización de actividades y 5's.

El motivo de utilizar esta investigación como fuente apoyo se debe a la necesidad de utilizar técnicas que cuantifiquen los desperdicios del proceso, así como herramientas establezcan una norma al momento de realizar las actividades necesarias para llevar a cabo el proceso.

**Marrufo y Naranjo (2013)** diseñaron una propuesta de mejoras en la línea de unidad sellada industrial (USI) en la empresa AFFINA VENEZUELA C. A., para la filtración de aceite de motor de vehículos

pesados. La investigación tuvo por objetivo aumentar la productividad de la línea a través de propuestas de mejoras en el área de engargolado, con la finalidad de eliminar desperdicios presentes, como paradas no planificadas y productos defectuosos. En dicha investigación se aplicaron técnicas de diagnóstico y mejora continua tales como la metodología SMED, 5's, mantenimiento preventivo y ESIDE. En miras de proponer soluciones que permitieran alcanzar los objetivos de la investigación.

Este trabajo es de especial interés para esta investigación ya que se tomará de base para el estudio de los tiempos de puesta a punto, además de ofrecer un punto de partida en la elaboración de planes de entrenamiento y capacitación de operarios para la realización de las actividades del proceso de una manera estandarizada y normalizada.

**Oirdobro y Sánchez (2012)** Realizaron Plan de Mejora de Proceso en la Línea de Producción Uniloy 6 en la empresa PLÁSTICOS Y DESARROLLO S.A. La investigación se llevó a cabo en tres fases: el diagnóstico de la situación actual, análisis de las causas, diseño y desarrollo de un plan de mejoras. Para ello se utilizaron técnicas y herramientas de recolección de datos, tales como: descripción del proceso productivo, diagrama de enfoque de proceso, observaciones directas, entrevista no estructurada, tormenta de ideas, diagrama causa–efecto, técnicas de grupo nominal, diagrama de Pareto y estudio de tiempo.

En esta investigación se realizó un análisis crítico de una línea específica de la empresa PLASTICOS Y DESARROLLO S. A. con motivo de detectar las fallas que acarrear en esta, y así desarrollar una serie de mejoras para el aumento de la productividad basándose en la presentación de indicadores de gestión a lo largo de la línea, tópico de gran importancia para el trabajo que se realizará con esta investigación.

**Gonzáles (2012)** realizó una estandarización de los procesos a través de un estudio de tiempos y métodos de trabajo el cual consistía en recolectar información de todas las actividades que se realizan en el ciclo de producción, con esta información se procedió a tomar tiempos y se documentó la informa de manera digital para llegar al calculó del tiempo estándar analizando cada procedimiento y técnica realizada, logrando un rendimiento óptimo de los operarios y de la maquinaria. Además presento una serie de mejoras en los procesos de producción en la empresa estampados Color WAY.

La importación de la estandarización y toma de tiempos realizada por Gonzáles para efectos de esta investigación es tener un punto de referencia para la aplicación del estudio de tiempo de los métodos de trabajo bajo la aplicación de método de cronometrado que será el que se aplicará para obtener el tiempo estándar en los proceso de vidrio laminado de BLITEC C. A.

## **II.2 BASES TEORICAS.**

### **II.2.2 Línea de producción.**

**Pardo Alonso (2014)**, define la línea de producción como el conjunto armonizado de diversos subsistemas como son: neumáticos, hidráulicos, mecánicos, electrónicos, software, etc. Todos estos con una finalidad en común: transformar o integrar materia prima en otros productos.

#### **II.2.1 Ingeniería de métodos.**

**Abraham y Camilo (2008)**, la ingeniería de métodos es el estudio que se ésta se ocupa de la integración del ser humano al proceso productivo, o sea,

describir el diseño del proceso en lo que se refiere a todas las personas involucradas en el mismo. La ingeniería de métodos es una de las claves que se utiliza en la actualidad en los negocios, las industrias y el gobierno para aumentar la productividad, es la aplicación continua de los principios de métodos, salarios y estándares, ya que de esta manera se puede obtener un mejor rendimiento de las máquinas y hombres; esto se continuará aplicando hasta que se alcance un mejor nivel.

La ingeniería de métodos puede dividirse en dos ramas:

**Estudio de los métodos:** es el registro, análisis y examen crítico sistemático de los modos actuales y propuestos de llevar a cabo una tarea, con la finalidad de tratar de encontrar métodos más sencillos y eficaces.

**Medición del trabajo:** es la aplicación de técnicas para determinar el contenido de trabajo de una tarea particular, fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo, con arreglo a una forma de rendimiento preestablecida.

## **II.2.2 Estudio de tiempo.**

**De la roca (1994)**, esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

**P. Gonzales (2014)**, define la medición de tiempos como una técnica para el establecimiento de un estándar de tiempo que será asignado a una tarea específica, por uno empleado designado y capacitado para la ejecución de la misma.

### **II.2.2.1 Estudio de tiempos cronometrados.**

**García C. (1998)** describe el estudio de tiempo con cronómetro como una técnica utilizada en la medición del trabajo cuyo fin es determinar el tiempo que transcurre en la realización de una tarea.

**De la roca (1994)**, Existen dos técnicas para realizar el cronometrado de una operación:

Método continuo: se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento.

El método continuo presenta un registro completo de todo el período de observación y, por lo tanto, resulta de agrado del operario.

Método intermitente: se para el cronómetro y se lee en la terminación de cada elemento, luego las manecillas se regresan a cero de inmediato para poder iniciar las lecturas de nuevo. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento. Este procedimiento se sigue para cada elemento de una o varias operaciones.

Esta técnica tiene ciertas ventajas y desventajas en comparación con la técnica de toma de tiempos continua. Algunos analistas prefieren usar ambos métodos considerando que el estudio en que predominan los elementos largos, se adaptan mejor al método de regreso a cero; mientras que estudios de ciclos cortos se realizan mejor con el procedimiento de lectura continúa.

### **II.2.3 Eliminación Sistemática del Desperdicio (ESIDE)**

ESIDE, es una herramienta de aplicación sistemática que busca la identificación y eliminación de todo tipo de desperdicio, el cual puede estar presente en cualquier actividad. Surge después de estudiar cuidadosamente

las diversas técnicas modernas para la mejora de los procesos y de aplicarlas de manera experimental en diversos trabajos de investigación a nivel empresarial. (Ortiz e Illada, 2007).

Los aportes de esta técnica se basan principalmente en la identificación, cuantificación y análisis de desperdicios dentro del área en estudio, y al mismo tiempo en el diseño y selección de soluciones evaluando el impacto ocasionado por las mismas.

### **Descripción de la Metodología ESIDE**

ESIDE, consta de diez pasos:

**1.- Seleccionar el sistema a ser analizado (elegir):** Es necesario delimitar un sistema principal y definir el o los subsistemas de interés, estableciendo así un orden de prioridades a la hora de implantar un programa de mejora continua. Al hacer la selección se deben tomar en cuenta determinados criterios de desempeño del sistema, conocidos como indicadores de gestión, los cuales pueden ser cualitativos o cuantitativos.

**2.- Recolectar y organizar la información (registrar):** para profundizar el conocimiento detallado del sistema a ser analizado, pueden utilizar distintas herramientas como diagramas, figuras o formatos, los cuales aportan información estructuralmente organizada, de modo que puedan reconocerse con facilidad los desperdicios presentes en dicho sistema.

**3.- Decidir el alcance de estudio (ajustar):** En esta fase se debe seleccionar el o los elementos del sistema que realmente ameriten de un estudio detallado para mejorar el desempeño global, verificando siempre que se esté desarrollando un proyecto de mejora factible.

**4.- Identificar los desperdicios presentes:** Para detectar los desperdicios presentes en cada componente del sistema, se cuenta con una lista de chequeo de los desperdicios comunes, la cual identifica a través de los diversos elementos del sistema aquellos desperdicios que son comunes de identificar cuando se analizan diferentes procesos de manufactura.

**5.- Cuantificar los desperdicios:** Es necesario cuantificar el desperdicio para establecer las prioridades del tratamiento, así como para medir su impacto en función de la presencia y magnitud de los mismos en el desempeño del sistema, es decir, se debe jerarquizar las variables creando un orden natural de ataque, para posteriormente justificar la inversión que requerirá la mejora que se diseñe.

**6.- Analizar los desperdicios:** El análisis de desperdicio tiene como objetivo determinar las causas del mismo y se requiere aplicar sistemáticamente la pregunta ¿Por qué? Para esclarecer en donde reside la fuente del desperdicio, a la cual debe dirigirse la principal acción.

**7.- Diseñar y seleccionar las soluciones:** Para deducir y/o eliminar las causas de los desperdicios presentes en el sistema, se pueden aplicar distintas soluciones que pueden ser generadas rápidamente y a su vez están basadas en utilización de diversas herramientas, tales como inspecciones en la fuente, SMED, Poka Yoke, mantenimiento productivo total, entre otras

**8.- Evaluar el impacto de las soluciones en el sistema:** Debido a que cualquier cambio influye positiva o negativamente más allá de la unidad que está siendo estudiada, se debe hacer un esfuerzo para encontrar todas las ventajas y desventajas asociadas con la propuesta de acción permitiendo esto: tomar decisiones con responsabilidad y conocimiento de los posibles acontecimiento.

**9.- Diseñar un plan para la acción-control:** El definir las acciones a seguir para la implantación de la solución, permite llevar un seguimiento durante el tiempo específico para ello. Un buen proceso de planificación implica determinar todos los recursos humanos y materiales necesarios para el propósito, el recurso tiempo, y asignar responsabilidades.

El plan debe responder claramente el que hacer, como hacer, cuando hacer, donde hacer y quien debe hacer.

**10.- Implementar y controlar las soluciones:** más allá de realizar un plan, lo más importante es llevarlo a cabo, pues es la acción la que ratifica o no las soluciones. Por otra parte, cuando se actúa es que se obtienen los resultados reales que permiten corregir las desviaciones, si las hay, respecto a lo planificado, o también hacer un juicio objetivos de los resultados alcanzados con la mejoras.

De esta metodología se aplicó nueve (9) pasos para identificar, cuantificar y analizar los desperdicios presentes en el proceso de la línea de vidrios laminados, a su vez generar e implementar mejoras que permitan aumentar la eficiencia y garantizar la calidad del servicio

#### **II.2.4 Indicadores de gestión.**

Según **Pérez J. (2003)** un indicador de gestión es la expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según el caso. Para trabajar con los indicadores debe establecerse todo un sistema que vaya desde la correcta comprensión del hecho o de las características hasta la de toma de decisiones acertadas para mantener, mejorar e innovar el proceso del cual dan cuenta.

Según **Domínguez Giraldo (2014)** define en su libro a los indicadores como:

*“Una expresión cuantitativa del comportamiento de las variables o de atributos de productos en proceso de una organización”*. Los indicadores de gestión son expresiones cuantitativas de las variables que intervienen en un proceso y de los atributos de los resultados del mismo y que permiten analizar el desarrollo de la gestión y el cumplimiento de las metas respecto al objetivo trazado por la organización.

El uso de los indicadores como instrumento para la medición y control de la gestión nos permite:

- Mantener el control sobre los principales procesos en la organización.
- Mantener un flujo permanente de información sobre el comportamiento de la entidad, que permite a la gerencia tomar decisiones.
- Poner al alcance de la gerencia el control permanente sobre las variables y procesos críticos para el desempeño exitoso de la entidad.
- Ser flexible y ajustarse rápidamente a los cambios que sufre la organización a lo largo del tiempo.
- Ver el mejoramiento que experimenta un proceso a partir de modificaciones hechas en él, así como el grado de avance de los mismos.
- Conducir un cambio y mejoramiento continuo de los procesos.

La formulación depende del papel que el indicador desempeñará. Por lo tanto, el indicador deberá formularse de tal forma que quien lo vaya a utilizar, sepa exactamente que va a obtener al aplicar la medición, pues estos, implícitamente deben expresar lo que quieren medir. Debido a esto se recomienda construir los indicadores bajo los siguientes aspectos:

- El nombre: es el símbolo o identificación, clara y concreta en la cual se debe personalizar o distinguir el indicador
- La definición: expresión que permite conocer la razón de ser del indicador define el objetivo que el experto quiere presentar.
- Fórmula de cálculo o unidad operacional: es la forma de calcular, la expresión matemática, o forma como estará representado.

### **II.2.5 Hoja de Proceso**

Documento controlado que se utiliza para describir de manera textual y/o grafica cómo realizar las diferentes etapas u operaciones de un proceso de producción para la fabricación de una parte o producto, con el fin de cumplir con un requerimiento de diseño o de proceso mismo.

Hojas de proceso proporcionan información que describe detalladamente la manera de llevar a cabo una actividad productiva. (**José Antonio Pérez Fernández De Velasco-pag.119 (2009)**).

Las Hojas de proceso deben ser usadas por los operadores como la herramienta principal para lograr que las actividades se lleven a cabo de la misma manera o secuencia, con los mismos equipos y asegurar el cumplimiento a los requerimientos de diseño o de proceso.

La información que contenga la Hoja de proceso ser la suficiente para permitir la correcta realización de actividades por el personal operativo, siendo el Ingeniero de Procesos asignado el responsable del contenido del documento. El ingeniero de proceso es responsable de verificar la aplicación de la Hoja de Proceso en la operación correspondiente en conjunto con el supervisor de producción.

## **II.2.5.1 PARA LA ELABORACION E IMPLANTACIÓN DE LAS HOJAS DE PROCESO SE DEBERIAN SEGUIR LAS SIGUIENTES FASES:**

### **II.2.5.1.1 Determinación de los aspectos o tareas objeto:**

Establecer un listado de aquellas actividades, tareas o aspectos que las requieran. Se han de elaborar las instrucciones estrictamente necesarias. Es importante no caer en un exceso de sistematización y protocolos, que pueda ir en detrimento de lo verdaderamente significativo.

### **II.2.5.1.2 Planificación de la elaboración de instrucciones.**

Una vez dispuesta la lista de tareas que creemos conveniente realizar instrucciones de trabajo, se deberá fijar una priorización en función de su importancia, nivel de riesgo, frecuencia de ejecución y otros aspectos que determinen el grado de necesidad de dicha instrucción escrita. Una vez realizada esta priorización se designarán los responsables e implicados en la elaboración y los plazos correspondientes, estableciéndose así un plan de trabajo de la elaboración de las instrucciones.

### **II.2.5.1.3 Redacción de la instrucción.**

La redacción de una instrucción ha de ser lo más sencilla y clarificadora posible indicando, paso por paso, todo lo que hay que seguir para la consecución del objetivo de la misma.

Una instrucción bien redactada y estructurada debería facilitar que hasta una persona no entendida en la materia pudiese conocer la actividad tan solo leyéndola. Las tareas que deban realizarse por personal autorizado con la formación o experiencia necesarias, se deben hacer constar claramente en la instrucción de trabajo. También deberá constar si para la realización de trabajo se requieren medios y equipos de protección personal.

Para facilitar la comprensión se puede recurrir a dibujos, esquemas, diagramas, cuadros, etc.

#### **II.2.5.1.4 Aprobación, tratamiento y control de la instrucción.**

Una vez redactada la hoja de proceso esta deberá ser revisada y aprobada. En revisión la llevarán a cabo las personas que hayan realizado la instrucción en colaboración con el Servicio de prevención de la empresa o persona designada. También sería conveniente consultar al respecto a los representantes de los trabajadores una vez aprobada la hoja de proceso se codificará de acuerdo a los códigos del sistema documental de la empresa. (J. M. Juran, Frank M. Gryna, R.S. Bingham –pag.279 (2006)).

#### **II.2.5.1.5 Distribución y divulgación de la instrucción**

Una vez aprobada una hoja de proceso debe distribuirse adecuadamente para poder ser aplicada correctamente. Se ha de llevar un control de las instrucciones que disponen los trabajadores, asegurando que todos poseen las necesarias para realizar su trabajo. Para ello se establecerá una lista de distribución en la que aparezcan las copias entregadas, la versión vigente y los destinatarios de las mismas. La entrega de las hojas de proceso se realizará con acuse de recibo para asegurarse de que siempre se trabaja con la última revisión. La entrega de la hoja de proceso ha de ir siempre acompañada de una explicación suficiente para su comprensión.

Además de esta entrega personalizada, las hojas de proceso deberían localizarse en lugares concretos de fácil acceso y consulta. Dado que la instrucción de trabajo suele contemplar no solo conocimientos, sino el desarrollo de destrezas, hay que prever el tiempo necesario para que pueda ser asumida plenamente y el trabajador pueda actuar de manera autónoma.

Para ello debería registrarse documental mente la finalización del proceso formativo correspondiente y la entrada en vigencia de la instrucción para cada uno de los trabajadores implicados.

Es necesario tomar todas las medidas para que sea leída, comprendida y aceptada, tanto a nivel de los trabajadores como de los mandos (supervisores de línea y líderes). Si la hoja de proceso no fuera aceptada o aplicada, se deberán buscar los motivos de tal actitud, y en el caso de que no, hubiera justificación válida, deberá procurarse por todos los medios que sea asumida, sobre todo si, la hoja de proceso corresponde a una tarea crítica.

#### **II.2.5.1.6 Revisión periódica y actualización.**

Se deberá vigilar la posible variación del contenido de las hojas de proceso, a tener de las necesidades que se planteen en la ejecución de los trabajos para, que de esta forma, lograr unos documentos permanentemente al día. Las revisiones son necesarias porque en el trabajo se pueden efectuar modificaciones substanciales del trabajo original debidas a la inercia, la experiencia, la confianza o porque el trabajo ya no es el mismo. A través de la actividad preventiva. Observación del trabajo se puede evidenciar incumplimientos, deficiencias o carencias de las instrucciones existentes. (J. M. Juran, Frank M. Gryna, R.S. Bingham –pag.280 (2006)).

#### **II.2.6 Metodología 5's**

Es un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden, limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual y grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas, equipos y la productividad.

Las 5`s son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por “S” y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada. Estos nombres son:

**1. Seiri:** ORGANIZAR Y SELECCIONAR. Se trata de organizar todo, separar lo que sirve de lo que no sirve y clasificar esto último. Por otro lado, aprovechamos la organización para establecer normas que nos permitan trabajar en los equipos y maquinarias sin sobresaltos. Nuestra meta será mantener el progreso alcanzado y elaborar planes de acción que garanticen la estabilidad y nos ayuden a mejorar.

**2. Seiton:** ORDENAR. Tiramos lo que no sirve y establecemos normas de orden para cada cosa. Además, vamos a colocar las normas a la vista para que sean conocidas por todos y en el futuro nos permitan practicar la mejora de forma permanente.

Así pues, situamos los objetos y herramientas de trabajo en orden, de tal forma que sean fácilmente accesibles para su uso, bajo el eslogan de “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

**3. Seiso:** LIMPIAR. Realizar la limpieza inicial con el fin de que el operador se identifique con su puesto de trabajo, maquinarias y equipos que tenga asignados.

No se trata de hacer brillar las máquinas y equipos, si no de enseñar al operario como son sus maquinarias y equipos por dentro e indicarle, en una operación conjunta con el responsable, donde están los focos de suciedad de máquina, equipo o puesto de trabajo.

Así pues, hemos de lograr limpiar completamente el lugar de trabajo, de tal forma que no haya polvo, salpicaduras, virutas, entre otros., en el piso, maquinarias y equipos de trabajo.

Posteriormente y en grupos de trabajo hay que investigar de donde proviene la suciedad y sensibilizarse con el propósito de mantener el nivel de referencia alcanzado, eliminando las fuentes de suciedad.

**4. Seiketsu:** MANTENER LA LIMPIEZA.- A través de gamas y controles, iniciar el establecimiento de los estándares de limpieza, aplicarles y mantener el nivel de referencia alcanzado. Así pues, esta S consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos, así como mediante controles visuales de todo tipo.

**5. Shitsuke:** RIGOR EN LA APLICACIÓN DE CONSIGNAS Y TAREAS. Realizar auto inspección de manera cotidiana. Cualquier momento es bueno para revisar y ver cómo estamos, establecer las hojas de control y comenzar su aplicación, mejorar los estándares de las actividades realizadas con el fin de aumentar la fiabilidad de los medios y el buen funcionamiento de los equipos de oficinas. En definitiva, ser rigurosos y responsables para mantener el nivel de referencia alcanzado, entrenando a todos para continuar la acción con disciplina y autonomía.

Las tres primeras fases, organización, orden y limpieza, son operativas. La cuarta, a través del control visual y las gamas, ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores mediante la aplicación de estándares incorporados en las gamas. La quinta fase permite adquirir el hábito de las prácticas y aplicar la mejora continua en el trabajo diario.

### **Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)**

Según Hignett, S. y McAtamney, L. (2000), el método REBA evalúa el riesgo de posturas concretas de forma independiente. Por tanto, para evaluar un puesto se deberán seleccionar sus posturas más representativas, bien por su repetición en el tiempo o por su precariedad. La selección correcta de las

posturas a evaluar determinará los resultados proporcionados por método y las acciones futuras.

Como pasos previos a la aplicación propiamente dicha del método se debe:

- Determinar el periodo de tiempo de observación del puesto considerando, si es necesario, el tiempo de ciclo de trabajo.
- Realizar, si fuera necesario debido a la duración excesiva de la tarea a evaluar, la descomposición de esta en operaciones elementales o subtareas para su análisis pormenorizado.
- Registrar las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, mediante su captura en video, fotografías, o su anotación en tiempo real si ésta fuera posible.
- Identificar de entre todas las posturas registradas aquellas consideradas más significativas o "peligrosas" para su posterior evaluación con el método REBA.
- El método REBA se aplica por separado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo. Por tanto, el evaluador según su criterio y experiencia, deberá determinar, para cada postura seleccionada, el lado del cuerpo que "a priori" conlleva una mayor carga postural. Si existieran dudas al respecto se recomienda evaluar por separado ambos lados.

La información requerida por el método es básicamente la siguiente:

- Los ángulos formados por las diferentes partes del cuerpo (tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo, muñeca) con respecto a determinadas posiciones de referencia. Dichas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador (transportadores de ángulos, electro goniómetros u otros dispositivos de medición

angular), o bien a partir de fotografías, siempre que estas garanticen mediciones correctas (verdadera magnitud de los ángulos a medir y suficientes puntos de vista).

- La carga o fuerza manejada por el trabajador al adoptar la postura en estudio indicada en kilogramos.
- El tipo de agarre de la carga manejada manualmente o mediante otras partes del cuerpo. Las características de la actividad muscular desarrollada por el trabajador (estática, dinámica o sujeta a posibles cambios bruscos).

La aplicación del método puede resumirse en los siguientes pasos:

- División del cuerpo en dos grupos, siendo el grupo A, el correspondiente al tronco, el cuello y las piernas y el grupo B el formado por los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca). Puntuación individual de los miembros de cada grupo a partir de sus correspondientes tablas.
- Consulta de la Tabla A para la obtención de la puntuación inicial del grupo A, a partir de las puntuaciones individuales del tronco, cuello y piernas.
- Valoración del grupo B a partir de las puntuaciones del brazo, antebrazo y muñeca mediante la Tabla B.
- Modificación de la puntuación asignada al grupo A (tronco, cuello y piernas) en función de la carga o fuerzas aplicadas, en adelante "Puntuación A".
- Corrección de la puntuación asignada a la zona corporal de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca) o grupo B según el tipo de agarre de la carga manejada, en lo sucesivo "Puntuación B".

- A partir de la "Puntuación A" y la "Puntuación B" y mediante la consulta de la Tabla C se obtiene una nueva puntuación denominada "Puntuación C".
- Modificación de la "Puntuación C" según el tipo de actividad muscular desarrollada para la obtención de la puntuación final del método.
- Consulta del nivel de acción, riesgo y urgencia de la actuación correspondientes al valor final calculado.

Finalizada la aplicación del método REBA se aconseja:

- La revisión exhaustiva de las puntuaciones individuales obtenidas para las diferentes partes del cuerpo, así como para las fuerzas, agarre y actividad, con el fin de orientar al evaluador sobre dónde son necesarias las correcciones.
- Rediseño del puesto o introducción de cambios para mejorar determinadas posturas críticas si los resultados obtenidos así lo recomendasen.
- En caso de cambios, reevaluación de las nuevas condiciones del puesto con el método REBA para la comprobación de la efectividad de la mejora.

### **II.3 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS.**

**Medición:** es la acción de medir y se consiste en determinar una cantidad y comparándola con un patrón establecido.

**Evaluación:** apreciación, cálculo del valor de una acción o cosa. Utilizada para responder preguntas como: ¿En qué estado me encuentro en relación a un parámetro específico?

**Desperdicio:** Todo aquello que no es la mínima cantidad recursos (equipo, materiales, mano de obra, energía, etc.), absolutamente esencial

para agregar valor al producto o servicio, con el fin de lograr la máxima satisfacción del cliente

**Estandarización:** Es un proceso mediante el cual se establecen los pasos a seguir para realizar una actividad, para así obtener la mejor forma posible de realizarla. La estandarización, entonces, es el fenómeno mediante el cual los diferentes procesos de fabricación globales convergen hacia un único estilo que predomina a nivel mundial y que busca establecer similitudes entre cada ítem sin importar de donde provengan estos o hacia donde vayan.

**Tiempo estándar:** es una función del tiempo requerido para realizar una tarea, usando un método y equipo dado bajo condiciones de trabajo específicas por un trabajador que posea suficiente habilidad y aptitudes específicas para ejecutar la tarea en cuestión trabajando a un ritmo que permite que el operario haga el esfuerzo máximo sin que ello le produzca efectos secundarios.

**Gestión:** es el conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización, con el propósito de alcanzar objetivos y metas previamente establecidos mediante un proceso de planeación.

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLOGICO.**

#### **III.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.**

La investigación de campo es un método para la recolección de datos e información confiable directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variables algunas, para UPEL (2003), la investigación de campo es:

El análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. La fuente principal de datos es el sitio donde se presenta el problema, los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad, en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originarios o primarios (p.11).

La presente investigación es de tipo descriptiva, ya que permite determinar la situación actual y el comportamiento de los hecho o fenómenos presentes en el ambiente de estudio a lo largo del proceso a través de la explicación y detalles de la producción de láminas de vidrios laminados, para así, identificar las problemáticas existentes e idear soluciones para su posterior aplicación.

Es así como Elia Beatriz Pineda y otros (1994) establecen que:

“Se refiere a la etapa preparatoria del trabajo científico que permite ordenar el resultado de las observaciones de las conductas, las características, los factores, los procedimientos y otras variables de fenómenos y hechos” (p.27)”.

La investigación se realizará bajo la modalidad de proyecto factible, el cual se define como la elaboración de una propuesta viable, destinada atender necesidades específicas a partir de un diagnóstico.

El Manual de Tesis de Grado y Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Libertador, (2003), plantea: “Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos necesidades de organizaciones o grupos sociales que pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos, o procesos. El proyecto debe tener el apoyo de una investigación de tipo documental, y de campo, o un diseño que incluya ambas modalidades “(p. 16).

De lo antes planteado, para llevar a cabo el proyecto factible, la primera fase de la investigación de tipo descriptiva ya debe realizarse es un diagnóstico de la situación en la actualidad; en segundo lugar, es plantear y fundamentar con basamentos teóricos la propuesta a elaborar y establecer, tanto los procedimientos metodológicos así como las actividades y los recursos necesarios, para llevar a delante la ejecución. Aunado a esto, se realizará el estudio de factibilidad del proyecto.

### **III.2 UNIDAD DE ANALISIS**

Esta investigación tiene como unidad de análisis toda la línea de producción de vidrios laminado, la cual está conformada por las áreas de lavado, ensamble y horneado.

### **III.2 TECNICAS DE RECOPIACION Y ANALISIS DE INFORMACION**

Para la recolección de datos en este proyecto se utilizaron las técnicas de observación directa, la entrevista y el análisis documental. El análisis documental del Trabajo Especial de Grado está referido a la recolección de fuentes secundarias que incluyen libros, páginas web, trabajos de investigación relacionados que permiten aclarar los conceptos pertinentes en cuanto al tema de la normalización y estandarización de los métodos de trabajo.

Se realizarán entrevistas a los trabajadores principales de línea de vidrios laminados de la empresa, como lo son el supervisor de la línea, así como los operadores cada estación que conforman la línea, ingenieros relacionados al proceso, departamento de producción y calidad, adicionalmente se realizará la toma de tiempo de cada operación referente al proceso realizada por dichos actores.

Además se observará el proceso actual de producción, así como también los métodos de trabajo realizados por los operarios y la manera de utilizar las herramientas que le son suministradas para llevar a cabo su trabajo, dichos métodos de trabajos serán estudiados y evaluados a través de la metodología ESIDE y el método REBA.

### **III.3 FASES DE INVESTIGACION.**

**Fase I. Descripción de la Situación Actual de la línea de producción de vidrios laminados.** Se observará el proceso de la línea de producción de vidrios laminados para tener conocimientos acerca de las actividades que conforman el mismo como se efectúan, quienes las efectúan y cuál es su propósito con el proceso, como está distribuida el área que conforma la planta y sus dimensiones, las condiciones de trabajo en las cuales se realiza el proceso de producción, la materia prima involucrada en el proceso además

de los equipos y las herramientas utilizadas en el mismo. Esta descripción se realizará mediante entrevistas al personal directivo y obrero del área que maneja amplia información referente a la investigación y se complementará con libros y otras fuentes secundarias.

**Fase II. Evaluación de la Situación Actual De La Empresa.** Se realizará el estudio y análisis de los métodos de trabajo mediante el uso de herramientas como ESIDE, REBA, diagrama de espagueti, diagramas de recorridos tomando en cuenta la información obtenida en la fase anterior, con motivo de cuantificar los desperdicios presentes a lo largo de la línea y exponer las causas raíces de los mismos.

**Fase III. Determinar Tiempos Estándares y de Ciclo de las Actividades Actuales.** El estudio de tiempo de las operaciones para la elaboración del vidrio laminado se realizaran empleando la técnica de cronometrado, esta se realizara mediante toma de tiempos al observar mientras las operaciones son realizadas, y utilizando herramientas como cronómetros, cámaras de video y formatos de registro de tiempos cronometrados. Para la determinación de tiempo de ciclo del cuarto de ensamble se empleara el diagrama de cuadrillas, debido a que las operaciones que se realizan por área son ejecutadas por un grupo, lo cual este nos permitirá no solo determinar el tiempo de ciclo si no también los porcentajes de ocupación de cada operador integrante del grupo.

**Fase IV. Propuestas De Plan De Mejora.** Se diseñarán propuestas de mejoras que satisfacen las necesidades que se llegasen a encontrar a través del estudio de tiempo cronometrado, de la aplicación de técnicas de eliminación sistemática de desperdicios (ESIDE), de métodos observacionales de postura de un operario que realiza cierta tarea (REBA), observaciones de las condiciones de trabajo y entrevistas a operadores con

el motivo de generar un plan de aumento de productividad, que contemplan la reducción o eliminación de desperdicios en la empresa.

**Fase V. Determinar El Impacto Económico De Las Propuestas Planteadas.** Una vez obtenido el plan de mejoras, se realizará un estudio de factibilidad económica para ser presentado a la empresa y que esta decida su implementación, de acuerdo a las necesidades de la misma.

## **CAPITULO IV**

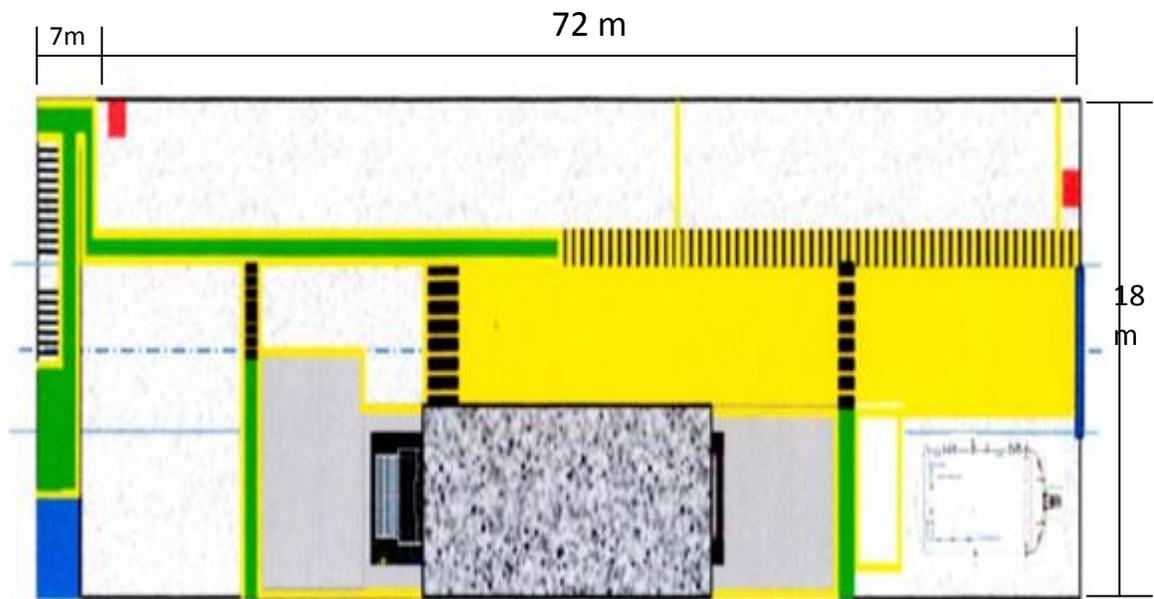
### **DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.**

#### **IV.1. Descripción de la Situación Actual**

##### **IV.1.1. Descripción General de la Empresa.**

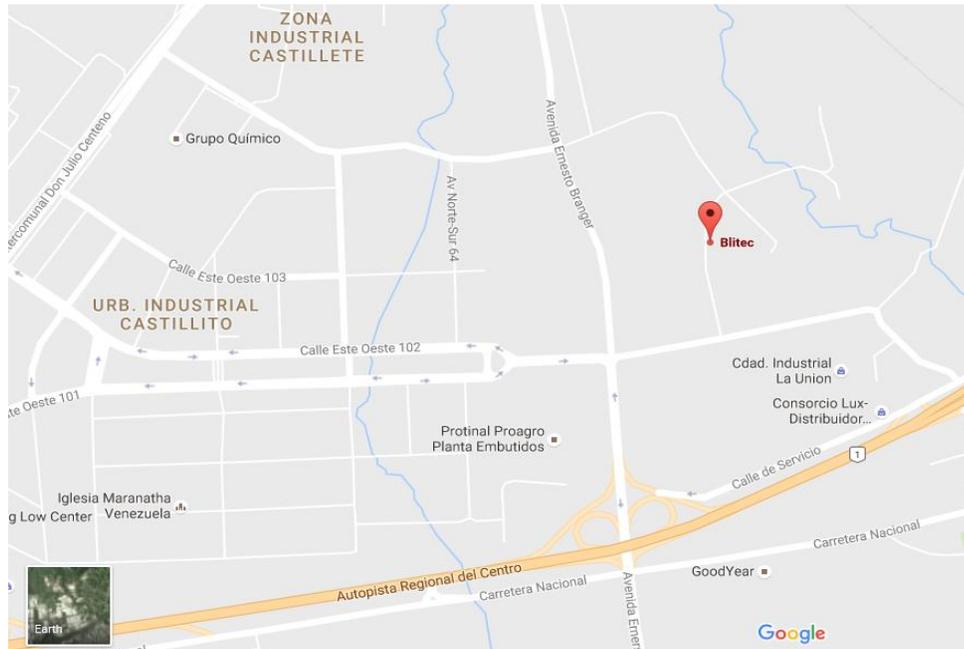
BLITEC C.A. es una organización dedicada a la producción de láminas de vidrios laminados, según sean las especificaciones del cliente, la empresa posee gran variedad en opciones en cuanto a vidrios, colores y acabados de su producto para ofrecer a sus clientes. Su producción continua, basada en tecnología de punta y personal altamente especializado permite satisfacer las necesidades de sus clientes, fundada por Héctor Pérez, esta comienza sus actividades el 26 de abril de 2016 contando con un personal total de 25 personas ,incluyendo operadores (17), personal administrativos (5), choferes (2) y personal de limpieza (1). Se encuentra ubicada en la zona industrial de San Diego, con el objetivo de incursionar con fuerza en el mercado de vidrio laminado generando un producto bajo altos estándares de calidad y eficiencia.

La organización cuenta con un proceso de producción de lunes a viernes, de 8:00 A.M. a 5:00P.M., cuenta con un área de 1422m<sup>2</sup> con un largo de 79 metros de largo y 18 metros de ancho, divididos en tres áreas una de producción de 1296 m<sup>2</sup> de 72 metros de largo por 18 metros de ancho, otra administrativa de 126 m<sup>2</sup> y una última a su vez dividida como oficinas, vestidores y comedor (ver figura 2).



**IV.1.1.1. Ubicación de la Empresa.**

La empresa cuenta con sus instalaciones ubicadas en el municipio San Diego del estado Carabobo, BLITEC se encuentra ubicada paralela a la autopista regional del centro en la zona industrial de San Diego Edo. Carabobo (ver figura.3)



**Figura 3.** Ubicación geográfica de BLITEC C. A.

#### **IV.1.1.2. Estructura Organizacional de la Empresa.**

La empresa está dividida en 4 departamentos que trabajan en conjunto para mantener la armonía de la organización, estos serán descritos a continuación:

**Departamento Administrativo:** Encargado de mantener el continuo flujo de información entre los departamentos y llevar un registro de los logros alcanzados por la organización, controlando tanto el entorno interno como externo de la empresa, generando canales de comunicación, realizando revisiones periódicas en cuanto al desenvolvimiento de los trabajadores y verificando el correcto uso de los recursos.

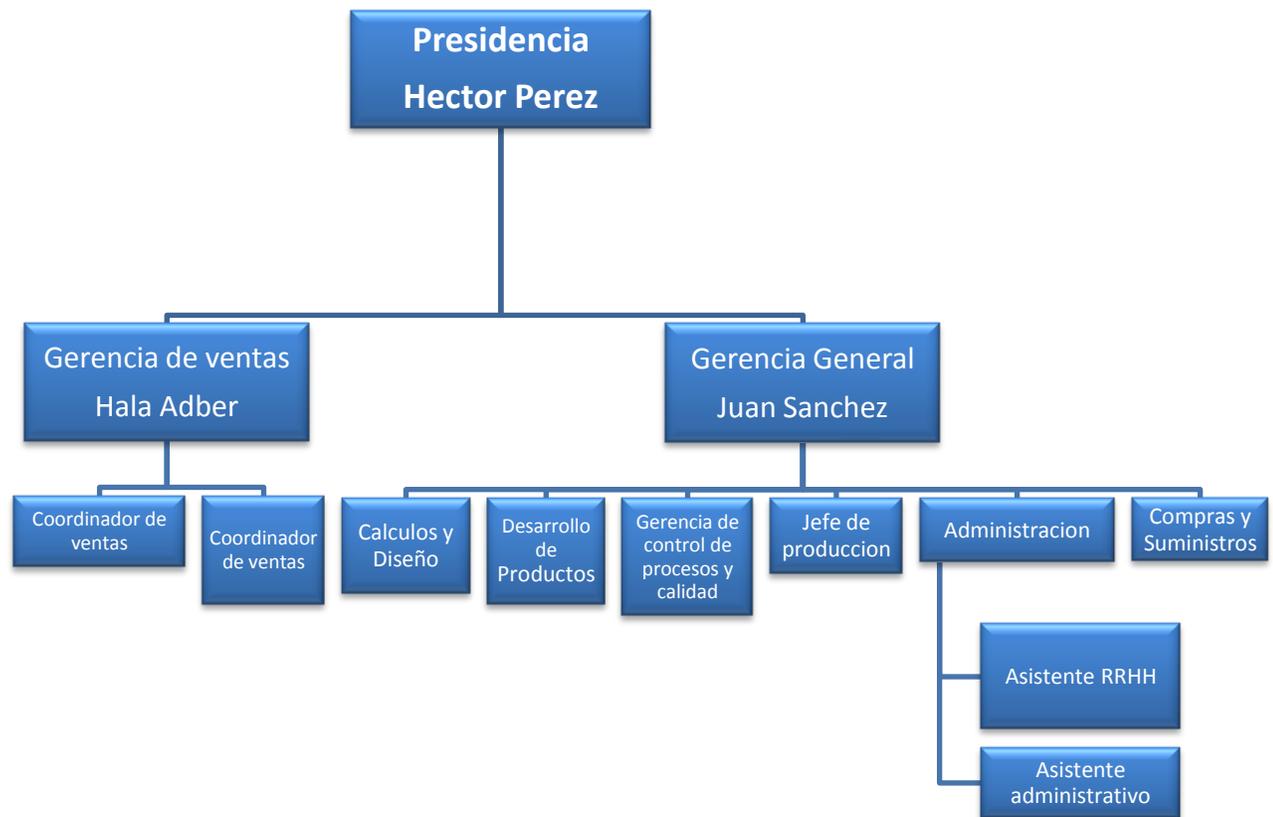
**Departamento de producción:** Tiene la misión de establecer y garantizar la ejecución de un proceso capaz de satisfacer las necesidades y los tiempos

establecidos por el cliente bajo las especificaciones establecidas por el departamento de calidad.

**Departamento de calidad:** Encargado de establecer los estándares bajo los cuales se produce cada lamina de vidrio laminado y monitorear que se cumplan para que el producto cuente con las exigencias de los clientes.

**Departamento de ventas:** Tiene el objetivo de ser el contacto directo entre la planta y el mercado, generando las órdenes de producción y notificarlas al departamento de producción.

La estructura organización de la empresa parte desde la alta gerencia liderada por Hector Perez el presidente de la organización, quien se encarga de mantener un contacto directo con la gerencia general y la gerencia de ventas, como se observa en la figura 4 (organigrama de BLITEC).



**Figura 4.** Estructura Organizacional de la Empresa

#### IV.1.1.3. Visión de la empresa.

Ser la mejor alternativa en la fabricación de vidrios laminados y blindados, comprometidos con la fortaleza de nuestros procesos y manteniendo la confiabilidad de los equipos; nuestro norte es la innovación permanente, la excelencia en calidad y servicio, la capacitación actualizada y

continúa de nuestra gente con el objetivo principal de anticiparnos a las necesidades.

#### **IV.1.1.4. Misión de la empresa.**

BLITEC fabrica vidrios laminados y blindados, tiene como propósito ser como nuestros productos:

**Sólidos**, para ser líderes en el mercado.

**Transparentes**, para lograr la confianza y mantener nuestra confianza y mantener nuestra credibilidad.

**Consistentes**, con la garantía en la calidad de los productos.

**Fuertes**, en nuestras relaciones comerciales.

**Seguros**, en todos nuestros procesos.

Y elaboramos con la pasión y profesionalismo de nuestro equipo de trabajo, para satisfacer el mercado nacional e internacional, enfocado en la mejora continua y la excelencia en el servicio.

#### **IV.1.1.5. Política de calidad.**

BLITEC considera la calidad como uno de sus aspectos fundamentales, por lo cual se compromete con los siguientes principios:

Ser una organización al servicio del cliente, fusionando sus estrategias, para brindar plena satisfacción a sus necesidades y expectativas.

Cumplir los compromisos con sus clientes y los requerimientos regulatorios, forma parte del objetivo de calidad de BLITEC. Considerar que

los pequeños detalles en sus clientes y productos sean motores que fortalezcan la mejora continua del proceso.

Implementar un sistema de gestión de calidad basado en la normativa ISO-9001.

Asignar recursos humanos y materiales indispensables para alcanzar los objetivos de calidad y promover el desarrollo continuo del potencial de nuestros colaboradores.

#### **IV.1.2. Descripción del producto.**

BLITEC brinda vidrios laminados con alta calidad en una gran gama de colores, tamaños y presentando una gran resistencia contra cualquier impacto para satisfacer las necesidades del cliente. Entre sus productos cuenta con vidrios laminados traslucidos en 11 colores que permiten el paso de luz y absorción del calor, vidrios laminados reflectivos en 3 colores que presentan resistencia al paso de luz, calor y reflejando los rayos UV, vidrios transparentes que brinda una nitidez consistente con un grosor desde 12,38 mm y hasta 26,44 mm.

Las dimensiones de las láminas de vidrio que ofrece BLITEC varían según la necesidad del cliente, estos pueden elegir entre láminas de 1 m<sup>2</sup> y hasta de 2,4m por 3,3m.

#### **Características del vidrio laminado BLITEC.**

•**Protección contra impactos:** La elevada absorción de energía del PVB confiere al vidrio laminado BLITEC una gran resistencia ante la penetración de cualquier ente.

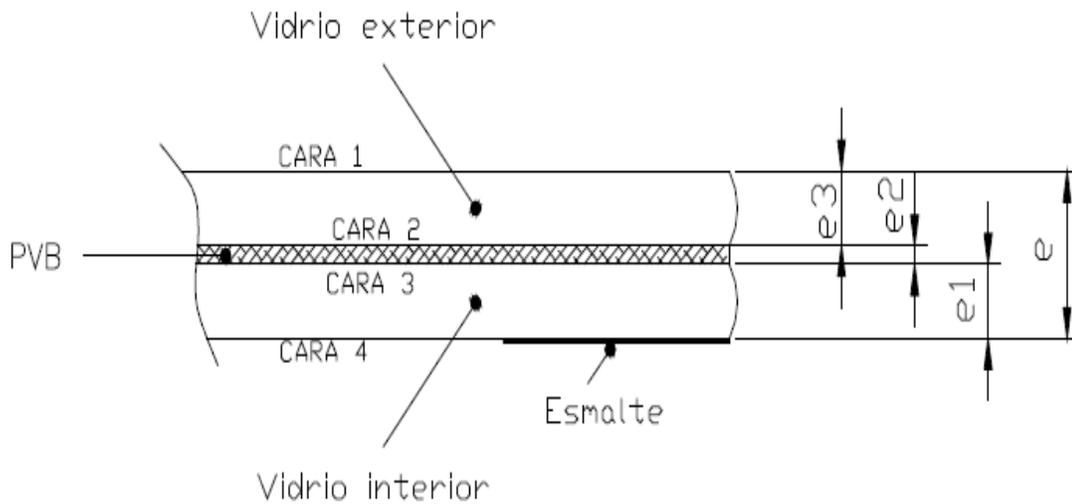
- **Seguridad Total:** El vidrio laminado BLITEC continúa ofreciendo protección incluso después de haberse roto. Presenta un comportamiento ante roturas muy superior al de otros tipos de vidrio. Así, al quedar los fragmentos adheridos a la capa de PVB, el vidrio permanece en el marco y no se astilla, reduciendo drásticamente el riesgo de corte por bordes.

- **Control Solar:** El vidrio laminado BLITEC absorbe la radiación ultravioleta, protegiendo a las personas de sus efectos nocivos y a los materiales de decoloraciones y envejecimiento prematuro. Este vidrio puede utilizarse en invernaderos ya que sus propiedades de control solar no afectan a las plantas.

- **Decorativo:** Las enormes posibilidades para combinar espesores y colores del PVB y del vidrio permiten al vidrio laminado BLITEC cubrir un amplio abanico de necesidades y de diseño. El vidrio laminado con Polivinil butiral de color reduce el brillo sin distorsionar las tonalidades y proporciona una extensa gama de soluciones estéticas y arquitectónicas. Disponible en una amplia gama de colores.

- **Atenuación Acústica:** El vidrio laminado BLITEC responde a las necesidades frente al ruido, ofrece un comportamiento aislante notablemente mejor que el del vidrio monolítico simple.

En la Siguiete figura (figura 5. Vista de perfil de un vidrio laminado) se identifica la forma en la cual esta ensamblado un vidrio laminado y cuáles son sus medidas de interés.



**Figura 5.** Vista de perfil de un vidrio laminado.

#### IV.1.3. Descripción de Materia Prima.

##### Vidrio crudo.

Es la materia prima principal del proceso la cual llega a la empresa en tacos de láminas de 2 toneladas, de 2,14 metros y 2,4 metros de alto por 3,3 metros de ancho, con un espesor por lamina de 3, 4, 5, 6, 8, y 10 milímetros, con una cantidad de 10, 26 y 36 láminas por taco, además de este posee la característica de ser incoloro o reflectivo.

##### Especificaciones del vidrio crudo.

- Densidad de  $2500\text{kg/m}^3$ .
- Punto de ablandamiento de  $730^\circ\text{C}$ .
- Conductividad térmica de  $1,05\text{W/mk}$ .
- Dureza de 6 a 7 en la escala de Mohs.

- Resistente a la mayoría de los ataques químicos exceptuando el del ácido hidrofúorídrico y al fosfórico en altas temperaturas.

### **Polivinil Butiral (PVB)**

El butiral de polivinilo, también conocido simplemente como polivinil Butiral (PVB), es un compuesto químico resultado de mezclar alcohol de polivinilo (PVA) con butiral de hído. El material resultante es un polímero de gran adherencia y durabilidad, utilizado principalmente en la industria del vidrio.

El butiral de polivinilo se utiliza como una lámina que, gracias a sus propiedades de adherencia y transparencia, es idónea para la unión de hojas de vidrio. Permite la transmisión de esfuerzos entre los vidrios, absorbiendo la energía derivada de la propagación de la grieta y uniéndolos como uno solo, aunque el propio material carece de resistencia mecánica elevada. La lámina de butiral se utiliza para impedir el desprendimiento de fragmentos de vidrio si se produce una rotura.

### **Beneficios del Polivinil Butiral.**

- Coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) de 0.55
- Transmitancia de luz visible mayor a 70 %.
- Aspecto uniforme sobre fachadas planas y curvadas
- No es necesario desvanecer bordes
- Reduce las inquietudes de color angular
- Reduce el ruido exterior

### Codificación y características del PVB.

Esta materia prima cuenta con la codificación que maneja el proveedor internacional proveniente de China, todos los empaques son debidamente identificados con dicha codificación, para evitar confusiones la organización cuenta con su propia codificación (Ver tabla 4.1) en la cual se especifica con un código manejado por la empresa, el nombre del color, el tono y los metros que componen un rollo de polivinil.

**Tabla 3.** Codificación de colores de polivinil (PVB)

TONO	DESCRIPCION	CODIGO DE CAJA	CODIGO BLITEC	COLOR		METROS
TRANSPARENTE	PVB Film Clear (0.38-2.2)mm	Clear	CL 100	Clear	Transparente	400
	PVB Film Clear (0.38-2.44)mm	Clear	CL 101	Clear	Transparente	400
	PVB Film Clear (0.76-2.44)mm	Clear	CL 102	Clear	Transparente	200
	PVB Film Clear (1.52-2.44)mm	Clear	CL 103	Clear	Transparente	125
VERDE	PVB Film Green (0.38-2.44)mm	GN102	GN102	Green	Verde	400
	PVB Film lighth Green (0.38-2.44)mm	Lighth Green	LG100	Lighth Green	Verde claro	400
	PVB Film Blue Green (0.38-2.44)mm	Blue Green	BG1000	Blue Green	Azul Verdoso	400
	PVB French Blue Green (0.38-2.44)mm	French Green	FG100	French Green	Verde francés	400
AZUL	PVB Film B0101 (0.38-2.44)mm	B101	DB101	Dark Blue	Azul Oscuro	400
	PVB Film B102 (0.38-2.44)mm	B102	BL102	Blue	Azul	400
	PVB Film lighth blue (0.38-2.44)mm	B103	LB103	Lighth Blue	Azul Claro	400
BLANCO	PVB Film Milk White (0.38-2.44)mm	M201	MW201	Milk White	Blanco Hielo	400

	PVB Film White (0.38-2.44)mm	M201	WH100	White (Block-out)	Blanco (bloqueado)	400
GRIS	PVB Film Dark Grey (0.38-2.44)mm	G103	DG103	Dark Grey	Gris Oscuro	400
ROJO	PVB Film Dark Red (0.38-2.44)mm	Red	DR100	Deep Red	Rojo Profundo	100

#### **IV.1.3. Principales Clientes.**

La organización cuenta con una gran lista de clientes interesados en la adquisición del producto desde grandes empresas establecidas en el área de construcción hasta pequeñas cristalerías, entre estos clientes tenemos:

- HIALUVICA
- RMV
- Multicristal
- ISAVEN
- Corporación Reflejo
- Premium Glass

#### **IV.1.4. Principales Proveedores.**

La materia prima utilizada en el proceso de producción de vidrio laminado está dividida en dos tipos, una la cual es de origen nacional y otra importada desde china, los proveedores con que cuenta la organización son:

- Guardian (proveedor nacional)
- Interlayer (proveedor internacional)

#### IV.1.5. Descripción de los Equipos y Herramientas.

##### IV.1.5.1. Equipos y herramientas de producción.

La organización cuenta con equipos nuevos y de alta tecnología diseñados para las necesidades de la planta los cuales serán descritos en la siguiente tabla.

**Tabla 4.** Descripción de equipos y herramientas.

EQUIPO	CANTIDAD	USO	DATOS TECNICOS
LAVADORA	1	Equipo utilizado para eliminar el óxido de silicio y cualquier otra impureza que pueda presentar las superficies del vidrio. La lavadora horizontal para la hoja del vidrio plano se compone de una serie de rodillos de alimentación, dos juegos internos de cepillos cilíndricos, parte de secado, alimentación hacia fuera pieza, mecanismo de transmisión, y sistema de control de ciclo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Velocidad del puente : 0 – 5 m/min</li> <li>✓ Ancho Max. : 3000 mm</li> <li>✓ Energía : 35 KW</li> <li>✓ Peso : 5000 kg</li> </ul>
HORNO (desairado- prensado)	1	Equipo utilizado para eliminar el óxido de silicio y cualquier otra impureza que pueda presentar las superficies del vidrio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Voltaje: 380 V</li> <li>✓ Peso : 17.000 Kg</li> <li>✓ Energía : 770 KW</li> <li>✓ Capacidad:158m<sup>2</sup>/hora</li> </ul>
Horno Autoclave	1	En este se produce la fase de acabado del vidrio laminado, sometiendo las láminas a altas temperaturas y gran presión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dimensiones :Diámetro de 9000 mm</li> <li>✓ Longitud : 4 m</li> <li>✓ Presión: Hasta 20 bar</li> <li>✓ Presión uniformidad: ± 0,1 bar</li> <li>✓ Temperatura : Hasta 400 °C</li> </ul>

EQUIPO	CANTIDAD	USO	DATOS TECNICOS
MESAS BATIENTES	2	Instrumentos utilizados para cambiar la posición de la lámina de vidrio de forma fácil a lo largo del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ancho: 3,5 m</li> <li>✓ Largo: 3 m</li> <li>✓ Pistón : 600kg</li> <li>✓ Motor: 120 V</li> </ul>
TACOS DE LIJA	2	Utilizados para eliminar la pequeñas imperfecciones en la superficie de la lámina de vidrio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tacos de 10x5 cm</li> <li>✓ Lija de grano</li> </ul>
PAÑO	4	Herramienta utilizada para eliminar los residuos de agua o las manchas de silicio que pueden aparecer en la superficie de la lámina luego de pasar por la lavadora.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Paño de micro fibra- algodón</li> </ul>
BASTON DE MADERA	4	Esta herramienta es utilizada para el aire entre el polivinil (PVB) y la lámina de vidrio en el cuarto de ensamble.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bambú tratado a altas temperaturas</li> <li>✓ 1,5 metros de largo</li> </ul>
BASE APOYA VIDRIOS	10	Herramienta utilizada para el posicionamiento de las láminas de vidrio crudo y de vidrio laminado (producto terminado)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 3metros de ancho</li> <li>✓ 2 metros de alto</li> <li>✓ Capacidad : 4 Ton</li> </ul>

#### IV.1.5.2. Equipos de manejo de materiales.

Los equipos de manejo de materiales cumplen un papel fundamental en el proceso de elaboración de vidrio laminados ya que se encargan de transportar la lámina por todas las áreas de manufactura. A continuación se describen todos los equipos involucrados en el manejo de materiales de BLITEC.

**Tabla 5.** Descripción de equipos de manejo de materiales.

EQUIPO	CANTIDAD	USO	DATOS TECNICOS
GRUAS	3	Estos equipos son utilizados para posicionar las láminas de vidrio crudo en la mesa batiente y para desmontar la lámina de la mesa batiente y posicionarla en los vagones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Copas de gran alcance manejar hasta 400 Kg de carga con 4 Copas de vacío</li> <li>✓ Bomba de vacío Re-inicia dentro de 0.5 segundos cada vez que hay fugas de aire</li> <li>✓ Manual de 360 ° Rotación</li> <li>✓ La inclinación de 90º Manual</li> </ul>
MONTACARGAS	2	Los montacargas son utilizados para trasladar materia prima producto en proceso y producto terminado a lo largo de toda la planta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Motor Toyota</li> <li>✓ Baja emisión de carbono</li> <li>✓ Capacidad: 6000Lbs.</li> <li>✓ Elevación: 3m</li> <li>✓ Torre Inclinable.</li> </ul>
VAGON	2	Son utilizados para posicionar las láminas de vidrio crudo y producto en proceso, estos se también se utilizan para montar las láminas en el horno auto clave	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Capacidad : 4 toneladas</li> </ul>

<p>RODILLOS ACTIVADOS</p>	<p>2</p>	<p>Son utilizados para transportar las láminas de vidrio entre cada una de las operaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cap. Carga: 200 kg/m</li> <li>✓ Longitud del transportador: 3000mm</li> <li>✓ Transportador de ancho: 1500mm</li> </ul>
-------------------------------	----------	---	--

#### IV.1.6 Descripción del proceso

El proceso de elaboración del vidrio laminado viene dado por doce actividades las cuales son fácilmente identificadas como operaciones de transformación de materia, manejo de materiales e inspecciones de calidad, a continuación se describen cada una de las operaciones que conforman el proceso.

- **Recepción de la materia prima:**

Semanalmente son recibidos en la planta camiones con las láminas de vidrio crudo en paquetes de 2 toneladas cada uno los días lunes, cada recepción de materia prima consta de 5 a 8 paquetes, estos paquetes son descargados mediante un montacargas equipado con una horquilla especial y cuerdas con las que se eleva el paquete de láminas este los traslada al área de almacenado de materia prima que esta unos 20 metros, por otro lado, el polivinil butiral llega en lotes de 5 cajas por recepción en cajas de 3,5 metros de ancho, dado que es una materia prima importada llega a la planta un lote nuevo cada mes, una vez en la planta, el polivinil es transportado mediante un montacargas a la zona delimitada para su almacenaje, la cual está a 65 metros desde el punto de descarga.

- **Envío de vidrio**

El proceso de manufactura inicia con el transporte de los paquetes de vidrio crudo desde la zona de almacenado hasta la estación de limpieza, dicha acción es realizada mediante un montacargas el cual es guiado por un operario el cual se encarga de garantizar el correcto desplazamiento del vehículo a lo largo del galpón, posteriormente, el paquete de 2 toneladas de vidrio crudo es colocado en los burros de inspección, esta operación dura en promedio 25 minutos y es ejecutado en promedio 3 veces por jornada, recorriendo una distancia de 60 metros. Una vez el paquete está en posición el operario del área procederá a examinarlo y luego dar inicio al proceso productivo.

- **Inspección de vidrio**

El operario del área de lavado está encargado de verificar la integridad física de las láminas que conforman el paquete, detectando que el vidrio no posea desperfectos como grietas, rayas o trozos propios de la estructura de la lámina, luego de la inspección procede a retirar el excedente de óxido de silicio mediante un paño de micro fibras de algodón. La inspección es realizada de manera visual y el operador debe estar en la capacidad de encontrar desperfectos de manera rápida.

- **Verificación de los niveles de agua en la lavadora**

Antes de iniciar con el proceso de lavado, un operario revisa los niveles de los 2 tanques de agua desmineralizada que alimentan la lavadora, estos deben estar en los niveles ya establecidos al inicio de la jornada y son de 540 litros cada tanque, esta tarea se realiza al iniciar la jornada y al retomarla luego del descanso para almorzar.

- **Cargar la lavadora**

Luego de que el operario haya removido el excedente de óxido de silicio presente en las láminas, este procede a accionar la grúa (esta es operada de forma manual), se traslada con el equipo hasta el lugar donde se encuentra las láminas, esta se adhiere a la lámina mediante 4 ventosas las cuales succionan y liberan el aire presente entre ellas y la superficie del vidrio crudo, generando un vacío fundamental para la correcta adherencia de las mismas, luego el operario conduce la grúa con la lámina hasta una posición ya establecida donde dicho operador realiza un giro para posicionar la lámina en la mesa batiente. La mesa es activada pasando de una posición vertical a una horizontal mediante un pistón el cual abate la mesa.

- **Lijado de la lámina de vidrio**

Antes de que la lámina de vidrio crudo ingrese al proceso de lavado, dos operarios realizan un lijado por el borde de cada lámina en ambas superficies del vidrio mediante un taco de lija, frotando el taco sobre el borde de la superficie de la lámina, con la finalidad de eliminar las irregularidades naturales que causan filo a los bordes de la misma, garantizando así un manejo seguro de este material.

- **Proceso de lavado**

El operario ajusta la distancia entre los cepillos de la lavadora y la velocidad en la que los rodillos activados transportaran la lámina mediante un panel de control que posee la lavadora según las especificaciones de la lámina a producir.

La lámina avanza por la lavadora mientras que es rociada por agua desmineralizada (para evitar la adherencia de minerales en la superficie del vidrio), inmediatamente es sometida bajo tres cepillos, uno de cerdas duras el cual realiza la primera limpieza y los dos restantes de cerdas suaves para garantizar que ambas superficies estén libres de impurezas, la lámina es transportada con una velocidad de 1,12 metros por minuto y la lavadora posee cinco metros de largo.

- **Ensamble**

Esta operación inicia verificando la humedad relativa y la temperatura del cuarto de ensamble, dichos parámetros deben de estar fijos a lo largo de la jornada de trabajo, para mantener las condiciones fija de temperatura el cuarto de ensamble cuenta con 4 aires acondicionados, los cuales dos trabajan en intervalos de 4 horas para luego encender los otros dos por 4 horas más.

La lamina ingresa al cuarto mediante rodillos activados provenientes de la lavadora, en este cuarto los operarios reciben la lámina y la posicionan de forma manual para tomar el extremo del polivinil y extenderlo sobre la superficie de la lámina, una vez extendido, los operarios proceden a eliminar las burbujas de aire presente entre la lámina y el polivinil a través de bastones de madera los cuales son deslizados sobre la superficie de polovinil expulsando así el aire que está debajo, luego es recibida la segunda lamina, los operarios la posicionan en el ensamblador para luego elevarla y colocarla sobre la primera lamina, después de esto se cortan los excedentes de polivinil dejando solo unos milímetros de material a cada lado, y por último el operario activa los rodillos transportadores para pasar la lámina a la siguiente estación.

Esta operación es en la que se arma el vidrio laminado y es de vital importancia ya que de ejecutarse incorrectamente el producto final no obtendría los estándares de calidad deseados.

- **Desairado y sellado**

Este proceso inicia fijando la presión que ejercen los rodillos del horno esta se establece dependiendo del espesor del rodillo (colocándolos a una distancia de 1,5 milímetros por debajo del espesor del vidrio laminado), la temperatura del horno se fija a 140 grados Celsius para el horno 1 y 180 grados para los dos hornos restantes, y la velocidad de desplazamiento es de 1 metro por minuto.

En el primer horno se comienza a realizar el proceso de desairado, mediante una temperatura de 140 grados Celsius y la presión ejercida por los dos rodillos del horno, luego los hornos dos y tres se encargan del sellado del vidrio sometiéndolo a una temperatura mayor que en el horno 1 la cual es de 180 grados Celsius y a un esfuerzo mecánico nuevamente ejercido por dos rodillos antes de salir del horno. Al salir la lámina del horno es transportada mediante una grúa la cual coloca la lámina en el vagón.

- **Transporte de la lámina al horno autoclave**

A medida que se van cargando las lámina en el vagón el operario coloca separadores en las superficies de la misma para que al momento de cargar la próxima lámina las superficies cuente con un espacio de 3 centímetros entre ellas, esto garantiza el correcto flujo de aire entre laminas necesario para garantizar su cocción en el horno autoclave. Luego de cargar doce láminas en el vagón estas son transportadas e introducidas en dicho horno.

- **Autoclave**

Luego de cargar las láminas en el autoclave, el proceso inicia fijando la temperatura a 150 grado Celsius y a una presión de 150 lbs, en este proceso se le da el acabado final a las láminas y consta de dos partes en el primero las láminas de vidrio son sometidas a altas temperaturas y presión para luego en la fase dos pasar por un enfriamiento en cual permite transportar las láminas al almacén de producto terminado inmediatamente que se termine el proceso este proceso dura aproximadamente 2 horas.

- **Almacenaje de producto terminado**

Finalizada la cocción, las láminas son descargadas del horno autoclave y proceden a transportarlas mediante el montacargas a la zona de almacenaje de producto terminado ubicada a una distancia de 20 metros, para su posterior embalaje y despacho.

#### IV.1.7 Diagrama de bloques del proceso.

A continuación se muestra el diagrama de bloques de la línea de vidrio laminado en BLITEC, presentando las actividades que hacen posible la producción del vidrio.



**Figura 6.** Diagrama de bloques del proceso.

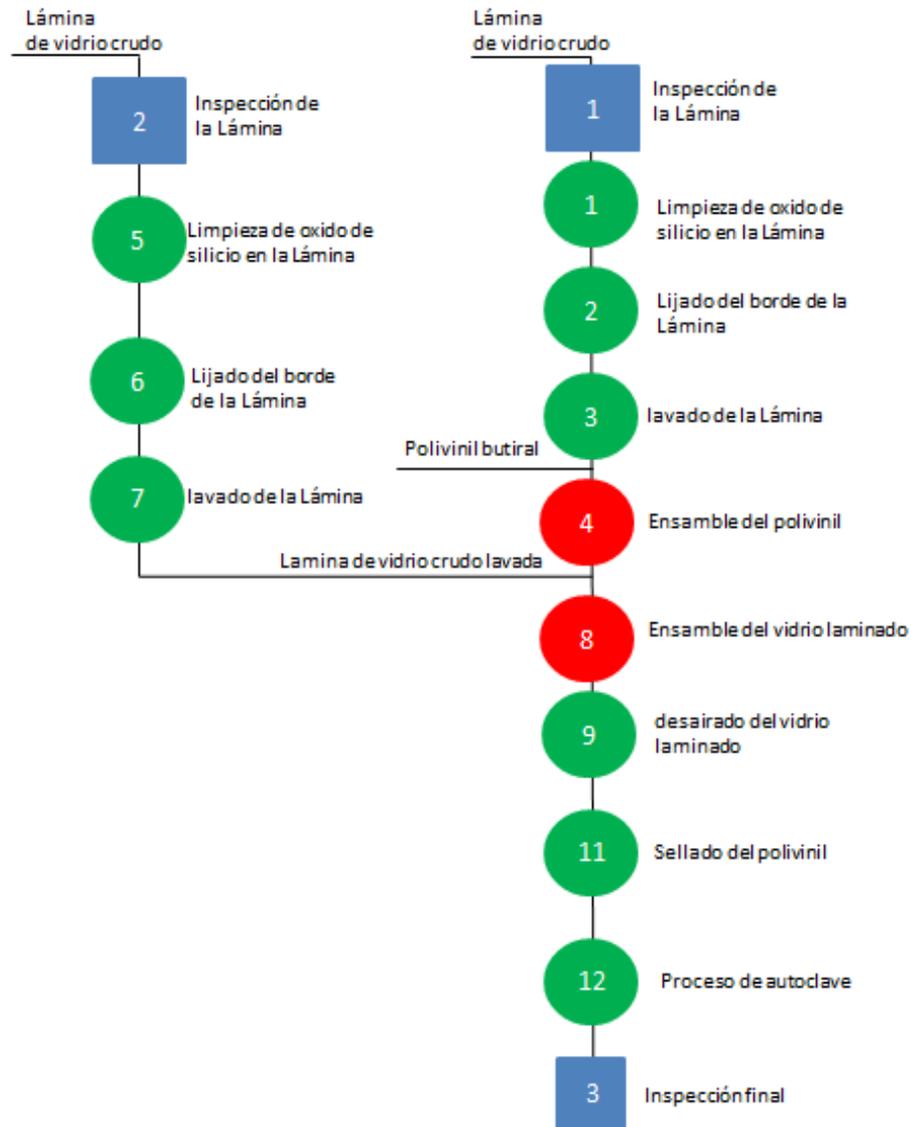
#### IV.1.8 Diagrama de operaciones del proceso

Diagrama del proceso del recorrido de la empresa BLITEC.

Realizado por: Leonel Rodríguez- Norman Quijada.

Fecha: 20-06-2016

Método: Actual



**Figura 7.** Diagrama del operaciones del proceso de la empresa BLITEC.

El diagrama de operaciones de proceso carece de los tiempos estándares de cada operación ya que la organización no cuenta con dicha información, más adelante se presentara un estudio de tiempos cronometrados para conocer el comportamiento actual de los mismos.

### **Análisis de la situación actual**

En esta sección de la investigación se procede con un estudio detallado de las instalaciones, los procesos y métodos de trabajo que se efectúan en la misma y la problemática existente, para determinar cuáles son las actividades involucradas en el problema y plantear un plan de acción para solventar el mismo.

Las herramientas para la recolección de información y los métodos de evaluación de la situación actual para determinar las causas que originan dichos desperdicios son: cronometrado de actividades para determinar los tiempos de estándar de cada una de las operaciones del proceso, el estudio de los recorridos efectuados en planta para llevar a cabo el proceso de elaboración del vidrio laminado , los 5 por qué?, para esto se determinó, describió y cuantifico cada uno de los desperdicios detectados, para esto se aplicó la metodología ESIDE, específicamente los formatos 4 y 5, los cuales se muestra en la tabla N°3 y el método de evaluación REBA, para poder calcular el impacto de cada una de las actividades sobre los operadores de la organización.

**Tabla 4. Descripción y Cuantificación de desperdicios.**

<b>Tabla N 4. Descripción y Cuantificación de desperdicios.</b>				
<b>ELEMENT.</b>	<b>Desperdicio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad Promedio</b>
<b>Producto</b>	Defectos en Producto	Errores en las especificaciones en el material (Lamina de vidrio crudo), hace referencia a grietas minúsculas o trozos los cuales retrasan el inicio de la producción debido a que los operarios deben cortar y corregir según sea el caso con la finalidad de aprovechar el material no comprometido.	Min/Mes	200
	<b>Insumos</b>	Tiempo de preparación y búsqueda de Papel de lijado	Se originan retrasos al momento de iniciar el lavado del vidrio debido a que antes de pasar a la lavadora los bordes de la lámina deben ser lijados por medio de un taco al cual cada cierto número se procede a cambiarle el papel de lija por motivos de desgaste además se genera una demora significativa al momento de buscar un taco de lija ya que los operadores no tienen un sitio fijo destinado a colocar el taco luego de su uso y este tiene dimensiones las cuales no permiten que se guarde en los bolsillos del uniforme de los operadores.	Min/Mes
Tiempo de Reposición de		Ocurren paradas como consecuencia de reemplazar	Min/Mes	1000,2

	paquete de láminas de vidrio crudo	el paquete o taco de láminas de vidrio laminado necesario para darle continuidad al proceso debido a que hasta no terminar las láminas del racks #1 no se procede a cargar el montacargas.		
	Tiempo para retirar materiales con defectos	Existen pérdidas de tiempo por paradas no programadas debido al mal estado de algunas láminas de los paquetes a utilizar. Con frecuencia el proceso se detiene por láminas rotas o con grietas muy significativas, por lo que se procede a cortar la lámina y retirarla del proceso.	Min/Mes	100
	Merma de materiales	Perdida de láminas por mal estado en su integración física (laminas partidas, agrietadas o incompletas) y que terminan perdiéndose una vez que se colocan en el burro de inspección.	%	0,723
<b>Equipos y herramientas</b>	Tiempo por paradas no planificadas por averías.	Fallas en los equipos de la línea son generadas día a día por consecuencia de partes dañadas que no son reemplazadas a tiempo y carecen de mantenimiento preventivo.	Min/Mes	720,38
	Tiempo en transportar láminas de vidrio.	El tiempo que se demora en transportar la lámina de vidrio a lo largo del proceso se determina en función de la velocidad establecido por los rodillos activados y la distancia recorrida, esta distancia se fijó para iniciar operaciones pero al pasar el tiempo esta velocidad genera retrasos en el proceso ya que	Min/Mes	12000

		los operadores constantemente deben esperar la lámina de vidrio y en muchos casos mover la lámina de forma manual aumentando la carga laboral.		
<b>Mano de obra</b>	Error del operador	Se han reportado paradas del proceso debido a que el operador no comprueba los parámetros necesarios antes de manejar el equipo.	Min/Mes	1000
	Condiciones inseguras	Son originadas como consecuencia de la materia prima con la que se trabaja. Al cometer un error el operador genera como consecuencia una variedad de riesgos a la hora de manipular láminas de vidrio roto, el cual resulta ser muy filoso.	Cualitativa	Alto Riesgo
<b>Espacio</b>	Condiciones ambientales inadecuadas	La alta sensación térmica en la empresa hace que el trabajador se desgaste más rápido mediante la fatiga producida por este efecto.	Cualitativa	Alto
<b>Actividades</b>	Procedimientos no estandarizados	Dentro del proceso de producción se encuentran varios procedimientos los cuales son realizados sin ningún tipo de regla o normativa, retardando en ocasiones el correcto funcionamiento del proceso.	Cualitativa	Alto

### **Análisis de las causas de desperdicios.**

Se realizó el análisis de causas de los desperdicios para determinar su origen durante el proceso de producción, aplicando la metodología de los 5 Porqué a cada uno de los desperdicios reconocidos y descritos anteriormente.

**Tabla 5. Análisis de las causas de desperdicios (5 por qué).**

Desperdicio	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
<b>Tiempo de preparación y búsqueda de Papel de lijado</b>	El operador debe cambiar el papel de lija cuando este se encuentra desgastado tras el lijado realizado al borde de las láminas cada 15 minutos con una duración en la operación de 5 min.	La hoja de lijado se desgasta conforme a su uso.	Solo se pueden lijar 7 láminas con cada papel.		
	El operador no recuerda el sitio donde coloca el taco.	No existe un lugar destinado para el taco.	No hay estandarización de esta operación.		
<b>Tiempo de Reposición de paquete de láminas de vidrio crudo</b>	Hasta que el operador no manifieste que se terminaron las láminas del racks #1 el montacargas no abastece.	No existe un control de reposición de material.			

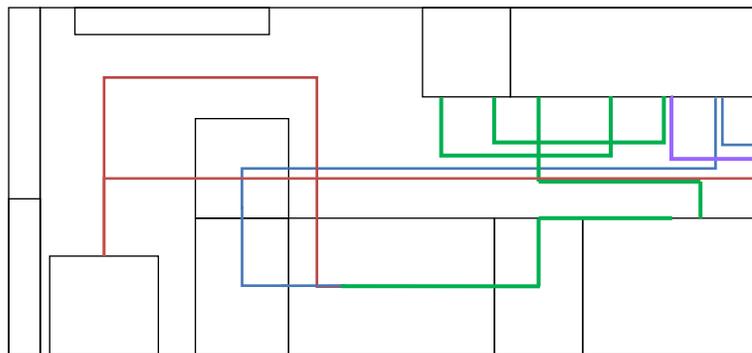
<b>Tiempo para retirar materiales con defectos.</b>	El material (láminas de vidrio) no cumple con los estándares de calidad establecidos en la empresa.	Poseen grietas y manchas en la superficie del vidrio.	Problemas de la fuente de materia prima.		
<b>Merma de materiales</b>	<p>Error del operario al ejecutar las operaciones de manejo del vidrio.</p> <p>Falla en el equipo a la hora de transportar el material.</p>	<p>El operador no verifica los valores de presión de vacío de las ventosas de la grúa antes de llevar a cabo la acción.</p> <p>No ofrece la succión requerida para la operación.</p>	<p>Procesos realizados sin estandarizaciones o normas.</p> <p>Falla mecánica en la bomba de succión.</p>	Falta de mantenimiento preventivo	Falta de planificación de mantenimiento preventivo por parte de la organización.
<b>Tiempo por paradas no planificadas por averías.</b>	Manejo inadecuado de los equipos.	Falta de capacitación a los operarios.			
	Uso excesivo del equipo.	Falta de mantenimiento preventivo y cambio de piezas dañadas.	No hay planes de capacitación o mantenimiento preventivo.		
<b>Tiempo en transportar láminas de vidrio.</b>	Baja velocidad de los rodillos activados.	El departamento estableció la velocidad	No se realizó un estudio de manejo de materiales.		

<b>Error del operador</b>	Desconocimiento de los puntos clave para la realización de las actividades	El operador no ha obtenido la experiencia necesaria para la actividad	Rotación de operadores es semanal	Evitar lesiones, enfermedades ocupacionales y la monotonía en el trabajo.	
	Descuidos por parte del operador en las actividades a realizar en su puesto de trabajo.	Realizan actividades recreativas en horas de trabajo.	Poca supervisión a los empleados.	Falta de Supervisor de producción.	
<b>Condiciones Inseguras</b>	Los operarios están expuestos a sufrir lesiones musculoesquelética, cortaduras y heridas permanentes en el espacio productivo de la planta.	Actividades repetitivas con cargas (Laminas de vidrio).  Cortes y pérdida de miembros por manipulación errónea de la materia.	Constantemente se están cargando y descargando láminas de vidrio a lo largo del proceso.  Manipulación inadecuada de las láminas de vidrio por parte del operador.	El proceso de producción está establecido bajo esas condiciones.  Mal uso de los EPP por parte del operador.	Poca supervisión y capacitación a los operarios.
<b>Condiciones ambientales inadecuadas</b>	Altas temperaturas a lo largo de todo el espacio productivo de la planta.	El calor emanado de los hornos se contiene en la planta	Falta de ventilación de la planta		
<b>Procedimientos no estandarizados.</b>	Cada individuo del grupo de trabajo realizan las mismas operaciones en tipos diferentes.	Poco control en los procedimientos de las estaciones que conforman la línea: Lavadora Ensamble Horno	Falta de normativas o manuales en los procesos de las estaciones		

### Estudio de recorridos

El estudio de recorridos se basa en cuantificar las distancias por las cuales transitan los materiales del proceso de vidrio laminado y así poder observar la importancia de la cercanía entre las distintas áreas de producción.

En BLITEC los materiales se manejan de forma independiente hasta llegar al cuarto de ensamble donde el polivinil y el vidrio crudo es ensamblado para formar el vidrio laminado, desde ese punto el polivinil y el vidrio crudo se mueven en forma conjunta, como un vidrio ensamblado, el cual pasa por dos procesos operaciones más hasta llegar al área de almacenado de producto terminado, luego es dirigido al área de corte si el pedido lo amerita (ver figura 8).



**Figura 8.** Recorrido de materiales.

Luego de realizar el estudio, observando de forma directa la ejecución de las operaciones, se determinaron las distancias recorridas por cada una de las materias primas, productos en procesos y productos terminados las cuales están registradas en la siguiente tabla.

**Tabla 6.** Recorrido de materiales.

Color	Material	Distancia Recorrida (metros)
	Vidrio crudo	83
	Polivinil Butiral	90
	Vidrio Ensamblado	112
	Producto a despachar	25

Como se observa en la figura 9 y la tabla 6 en el proceso de fabricación de vidrio lamina los recorridos de materiales poseen muchas intersecciones los cuales pueden crear retrasos al momento del transporte ya que en su mayoría el transporte de la materia a través de grandes distancias

### **Estudio de Tiempo de la línea de producción de vidrios laminados BLITEC C. A**

El análisis del estudio de tiempo permite conocer la duración del proceso y así poder evaluarlo detalladamente, detectar las posibles demoras y cuellos de botella, para así aplicar acciones correctivas sobre ellas. Además, dicho estudio va enfocado a cada una de las fases que componen la línea de producción, con la finalidad de determinar el tiempo promedio que tarda una pieza en completar el proceso.

Para el desarrollo del estudio de tiempo, fue necesario seguir a un total de 7 operarios a lo largo de la jornada laboral en cada una de las fases del proceso, identificando el recorrido realizado durante el proceso y de esta manera determinar las duraciones de las actividades que llevan a cabo, se utilizó como herramienta la toma de tiempos mediante el cronometrado de las actividades, se procedió a calcular el tiempo de duración de cada lamina de

vidrio laminado dentro del proceso, la toma de muestras se realizaron en el transcurso de un periodo de dos 8 semanas en días fortuitos para establecer una aleatoriedad en las muestras registradas, esto con el fin de detectar la mayor cantidad de variables en el proceso, luego fueron calculados los tiempos promedio y la desviación estándar de cada una de las áreas de estudio.

Para realizar el estudio se realizaron un total de 91 observaciones , verificando si dicho número de observaciones cumplen con los requerimientos de  $I_m$  e  $I$ , (de no cumplir esta regla es necesario realizar observaciones adicionales), se estableció un nivel de confianza para el estudio de 94% valor aceptado por la gerencia de BLITEC C.A.; el valor de  $E$ , es un factor  $I$  cual se establece según el nivel de confianza deseado, luego se determinó el valor de  $T_c$  (Tabla de probabilidades para la distribución T-student para conseguir el valor de  $t_c$  ubicadas en Fernando Burgos (2014). Calidad- Productividad. Venezuela, Carabobo: Universidad de Carabobo).

La siguiente fórmula para calcular  $I_m$ :

$$I_m = 2 x \left( t_c \cdot \frac{SD}{\sqrt{M}} \right)$$

$I_m$ = Error Estadístico

SD= Desviación estándar de la muestra

M= Ciclos de la operación

$$I = 2 x Kx \bar{X}$$

Dónde:

I = Intervalo de confianza

K= es un porcentaje aceptable de desviación

$\bar{X}$ =Media Muestral

Se compara los valores de  $I_m$  con I. Si  $I_m$  es igual o menor que I, la muestra de M observaciones satisface los requerimientos de error de muestreo, y por lo tanto la Media muestra  $\bar{X}$  puede basarse en dichas observaciones. Si  $I_m$  es mayor que I, entonces se necesitan observaciones adicionales N – M, donde N se determina con la siguiente ecuación:

$$N = \frac{(SD \cdot t_c)^2}{(K\bar{X})^2}$$

Una vez confirmado que el tamaño de muestra satisface el estudio, se procede a establecer la calificación de velocidad, esto se realizara Westinghouse Modificado, posteriormente se procederá a calcular el tiempo estándar de la operación a través de la fórmula:

$$Te = (TPS \times CV) \times (1 + Tol)$$

Dónde:

TE: Tiempo Estándar

TPS: Tiempo promedio Seleccionado

CV: Calificación de Velocidad

Tol: Tolerancias

El grado de tolerancia aceptado por la empresa con respecto a fatiga, demoras inevitables, y necesidades personales asciende al 22%, este dato se usará la determinación del tiempo estándar.

## **Estudio de tiempos**

Se llevó a cabo el estudio de tiempos cronometrados en cada uno de las fases del proceso de producción, con la finalidad de recabar la información necesaria para identificar el tiempo estándar de las operaciones involucradas en el proceso y con ello, normalizar o generalizar las tareas para hacer mejor uso del tiempo disponible en la jornada de trabajo y consecuentemente disminuir los periodos de ocio de operadores o maquinaria.

Este estudio de tiempos se ejecutó a través de la modalidad de intermitencia debido a que se consideró ser más apropiada para la tarea a observar, ya que presta comodidad a los investigadores al realizar la actividad, así como rapidez en la obtención de resultados.

El estudio de tiempo se dividió en cuatro fases la primera denominada prueba piloto en la que se tomó un número de 40 muestras por ciclo, la segunda en la que se determinó el número necesario de muestras para obtención de un valor preciso de tiempo estándar, la tercera en la que se registraron las muestras adicionales y una última fase en la que se determinó el tiempo estándar teniendo en cuenta una calificación de velocidad normal para la actividad y una tolerancia de 22% para contar con un tiempo real en el cual un operador capacitado podrá ejecutar la actividad en unas condiciones adecuadas contando con cierta tolerancia, además se corroboró que la cantidad de observaciones nos aseguran un estudio de tiempos con la precisión y nivel de confianza deseados.

A continuación se anexan las tablas de cronometrado para cada una de las estaciones del proceso de manufactura tanto como para la prueba piloto con el número de observaciones necesarias como para las muestras

adicionales con el tiempo estándar correspondiente a cada estación con una calificación de velocidad norma y una tolerancia pertinente a las condiciones de la empresa y a la capacidad de los operadores.

**Tabla 7. Prueba piloto para el estudio de Tiempo (Lavadora).**

Limpiar lamina	Elevar lamina	Posicionar lamina en mesa	Abatir mesa	Lijar lamina
8	20	25	14	26
8	18	27	16	25
9	17	26	18	27
10	20	20	17	30
10	20	27	17	27
9	15	19	15	26
9	17	21	16	23
11	20	28	18	32
7	20	22	16	24
9	17	23	17	26
8	18	23	16	28
8	17	24	17	21
8	18	20	17	24
8	18	23	15	28
12	17	23	15	25
7	20	18	18	24
9	18	17	16	23
7	16	26	18	27
9	17	20	15	26
10	20	27	17	27
9	17	20	14	25
11	15	23	15	27
9	14	26	14	24
9	15	26	15	28
10	15	24	15	31
10	15	25	15	23
11	20	23	17	26
9	16	27	15	23
10	15	26	15	24
9	20	25	17	31
10	17	24	17	22
9	14	24	18	27
10	15	23	16	26
10	17	25	16	25

11	16	24	15	27
9	15	25	15	27
11	17	25	15	29
10	18	24	15	25
9	20	24	15	26
9	17	24	16	26
9.28	17.28	23.65	15.95	26.03
1.18	1.93	2.62	1.20	2.44
0.13	0.11	0.11	0.08	0.09
45.19	35.23	34.40	15.83	24.78

Para un nivel de confianza de 94% y un error de 4% el tamaño de la muestra Deberá ser:

$$N = 45,19 = 46$$

**Tabla 8.** Prueba piloto para el estudio de Tiempo (Cuarto de ensamble).

posicionar lamina	Cubrir lamina PVB	Desairado	Elevar 2da lamina	Posicionar/limpiar	Quitar excedente de PVB
16	31	50	25	50	30
15	26	48	24	47	31
14	30	44	23	47	30
14	27	46	21	48	29
16	30	47	21	42	27
14	27	46	20	41	24
15	28	43	21	40	27
14	29	44	22	41	27
16	29	45	23	41	27
17	30	45	20	42	27
12	29	44	19	41	26
12	29	44	19	41	26
12	30	45	20	42	26
14	28	42	20	43	26
14	29	44	24	40	26
15	28	43	25	45	26
15	30	51	22	42	26

12	30	45	20	42	25
12	30	45	22	42	25
13	30	49	20	42	25
14	28	43	22	44	25
15	30	51	20	42	25
16	30	45	20	42	25
11	29	43	20	43	25
12	28	42	21	44	25
15	28	43	22	41	25
15	30	45	22	42	26
12	28	50	22	40	25
12	30	50	21	42	26
15	30	45	21	42	25
15	28	43	23	42	25
31	31	31	31	31	31
14	29	46	21	43	26
1,59	1,13	2,69	1,65	2,41	1,69
0,11	0,04	0,06	0,08	0,06	0,06
37,13	4	10	17	9	12

Para un nivel de confianza de 94% y un error de 4% el tamaño de la muestra deberá ser:

$$N = \sqrt{\frac{37,13384}{0,04}} = 38$$

**Tabla 9. Prueba piloto para el estudio de Tiempo (Salida del horno).**

observaciones	colocar separadores	abatir mesa	posicionar grua	elevantar vidrio	transportar lamina en el vagon	posicionar lamina en el vagon
1	15	18	25	10	16	18
2	15	17	25	12	16	18
3	15	17	26	12	15	18
4	14	17	26	12	16	17
5	14	17	25	12	15	17
6	15	16	26	12	16	16
7	15	17	25	11	14	18
8	15	17	26	12	14	18
9	14	17	25	13	16	18
10	16	17	25	12	15	18
11	14	17	25	12	15	18
12	14	18	25	11	15	18
13	14	16	25	12	14	18
14	15	17	25	12	14	18
15	15	17	25	12	15	17
16	15	17	25	12	15	17
17	15	17	25	12	16	18
18	15	17	26	11	16	18
19	15	18	26	12	16	18
20	15	17	25	12	15	18
X	14,75	17,05	25,3	11,8	15,2	17,7
desviacion	0,5501	0,5104	0,4702	0,6156	0,7678	0,5712
sd/X	0,0373	0,0299	0,0186	0,0522	0,0505	0,0323
N	4	2	1	7	7	3

Para un nivel de confianza de 94% y un error de 4% el tamaño de la muestra deberá ser:

$$N = 7,460354763 = 8$$

A continuación se muestran las tablas con el número de observaciones suficientes respectivo para cada estación del proceso de producción en estudio, basado en los datos obtenidos a través de las pruebas pilotos ejecutados.

**Tabla 10.** Estudio de Tiempo para determinar el tiempo estándar (Lavadora).

	Limpiar lamina	Elevar lamina	Posicionar lamina en mesa	Abatir mesa	Lijar lamina
1	8	20	25	14	26
2	8	18	27	16	25
3	9	17	26	18	27
4	10	20	20	17	30
5	10	20	27	17	27
6	9	15	19	15	26
7	9	17	21	16	23
8	11	20	28	18	32
9	7	20	22	16	24
10	9	17	23	17	26
11	8	18	23	16	28
12	8	17	24	17	21
13	8	18	20	17	24
14	8	18	23	15	28
15	12	17	23	15	25
16	7	20	18	18	24
17	9	18	17	16	23
18	7	16	26	18	27
19	9	17	20	15	26
20	10	20	27	17	27
21	9	17	20	14	25
22	11	15	23	15	27
23	9	14	26	14	24
24	9	15	26	15	28
25	10	15	24	15	31
26	10	15	25	15	23
27	11	20	23	17	26
28	9	16	27	15	23
29	10	15	26	15	24
30	9	20	25	17	31

31	10	17	24	17	22
32	9	14	24	18	27
33	10	15	23	16	26
34	10	17	25	16	25
35	11	16	24	15	27
36	9	15	25	15	27
37	11	17	25	15	29
38	10	18	24	15	25
39	9	20	24	15	26
40	9	17	24	16	26
41	11	18	23	17	27
42	10	16	23	14	25
43	9	15	25	15	27
44	10	15	26	16	28
45	10	19	24	17	31
46	11	20	24	15	27
47	10	20	27	16	29
TPS	9.40	17.32	23.79	15.91	26.28
CV	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
TN	11.47	21.13	29.02	19.42	32.06
TE	12.74	23.45	32.21	21.55	35.58

**Tabla 11.** Estudio para tiempo estándar (cuarto de ensamble).

	posicionar lamina	Cubrir lamina PVB	Desaireado	Elevar 2da lamina	Posicionar/li mpiar	Quitar excedente de PVB
1	16	31	50	25	50	30
2	15	26	48	24	47	31
3	14	30	44	23	47	30
4	14	27	46	21	48	29
5	16	30	47	21	42	27
6	14	27	46	20	41	24
7	15	28	43	21	40	27
8	14	29	44	22	41	27
9	16	29	45	23	41	27
10	17	30	45	20	42	27
11	12	29	44	19	41	26
12	12	29	44	19	41	26
13	12	30	45	20	42	26
14	14	28	42	20	43	26
15	14	29	44	24	40	26
16	15	28	43	25	45	26
17	15	30	51	22	42	26
18	12	30	45	20	42	25
19	12	30	45	22	42	25
20	13	30	49	20	42	25
21	14	28	43	22	44	25
22	15	30	51	20	42	25
23	16	30	45	20	42	25
24	11	29	43	20	43	25
25	12	28	42	21	44	25
26	15	28	43	22	41	25
27	15	30	45	22	42	26
28	12	28	50	22	40	25
29	12	30	50	21	42	26
30	15	30	45	21	42	25
31	15	28	43	23	42	25

32	15	30	50	23	43	26
33	15	28	49	24	45	27
34	16	30	48	22	42	25
35	15	31	48	25	44	24
36	16	30	46	25	42	28
37	15	30	47	24	43	26
TPS	14.22	29.05	45.94	21.82	42.73	26.19
CV	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
TN	17.34	35.45	56.05	26.62	52.14	31.95
TE	19.25	39.35	62.21	29.55	57.87	35.47

**Tabla 12.** Estudio para tiempo estándar (salida del horno).

Observaciones	colocar separadores	abatir mesa	posicionar grua	elevantar vidrio	transportar lamina en el vagon	posicionar lamina en el vagon
1	15	18	25	10	16	18
2	15	17	25	12	16	18
3	15	17	26	12	15	18
4	14	17	26	12	16	17
5	14	17	25	12	15	17
6	15	16	26	12	16	16
7	15	17	25	11	14	18
8	15	17	26	12	14	18
9	14	17	25	13	16	18
10	16	17	25	12	15	18
11	14	17	25	12	15	18
12	14	18	25	11	15	18
13	14	16	25	12	14	18
14	15	17	25	12	14	18
15	15	17	25	12	15	17
16	15	17	25	12	15	17
17	15	17	25	12	16	18
18	15	17	26	11	16	18
19	15	18	26	12	16	18
20	15	17	25	12	15	18

TPS	14.74	17	25.32	11.89	15.16	17.68
CV	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
TN	17.98	20.74	30.89	14.51	18.49	21.57
TE	19.957	23.021	34.283	16.108	20.527	23.948

### **Tiempo de ciclo cuarto de ensamble.**

El cuarto de ensamble es una de las áreas en la cual se produce más demoras debido a que esta cuenta solo con una operación semiautomatizada y cinco operaciones manuales, por esta razón la empresa ha decidido aplicar un estudio en cuanto al tiempo de ciclo, distribución de carga labora entre operadores y numero asignado de operadores para así poder tener noción plena de que la labor será ejecutada de la mejor forma posible.

### **Diagrama de cuadrillas.**

Luego de establecer los tiempos estándar para cada una de las operaciones, se realizó un estudio de carga laboral mediante un diagrama de cuadrillas el cual ofrece el porcentaje de ocupación de cada uno de los operadores en el tiempo de ciclo de la tarea a estudio.

A continuación se presenta el diagrama de cuadrillas para el cuarto de ensamble, para la realización del diagrama se llevaron los tiempos de la actividad a fracciones de minuto para poder trabajar de manera más sencilla.

**Tabla 13.** *Actividades del cuarto de ensamble.*

Actividad	Realizada por	Duración (min)	Precede a
1. POSICIONAR LAMINA	A	0,3	-
2. CUBRIR LAMINA CON PVB	A Y B	0,6	1
3. ELIMINAR AIRE	C	1,0	2
4. ELEVAR LAMINA 2	A	0,5	3
5. POSICIONAR LAMINA 2	A	0,9	4
6. QUITAR EXCEDENTE DE PVB	B Y C	0,6	5

La división que se tomara para cada celda del diagrama de cuadrillas será de 0.1 minutos para poder plasmar de forma sencilla la información. A

continuación se presenta el diagrama de cuadrillas para el cuarto de ensamble.

**Tabla 14.**Diagrama de cuadrillas cuarto de ensamble.

Elaborado por Leonel Rodríguez/Norman Quijada

div  
0,1  
min

METODOLO ACTUAL

No.	Descripción	A	B	C
1	POSICIONAR LAMINA	1	7	7
2	CUBRIR LAMINA CON PVB	1	7	7
3	ELIMINAR AIRE	1	7	7
4	ELEVAR LAMINA 2	2	2	7
5	POSICIONAR LAMINA 2	2	2	7
6	QUITAR EXCEDENTE DE PVB	2	2	7
7	DEMORA	2	2	7
		2	2	7
		2	2	7
		7	7	3
		7	7	3
		7	7	3
		7	7	3
		7	7	3
		7	7	3
		7	7	3
		7	7	3
		7	7	3
		7	7	3
		4	7	7
		4	7	7
		4	7	7
		4	7	7
		4	7	7
		4	7	7
		5	7	7



		4	7	7
		4	7	7
		4	7	7
		4	7	7
		4	7	7
		5	7	7
		5	7	7
		5	7	7
		5	7	7
		5	7	7
		5	7	7
		5	7	7
		5	7	7
		5	7	7
		5	7	7
		5	7	7
		7	6	6
		7	6	6
		7	6	6
		7	6	6
		7	6	6
		7	6	6
		7	6	6

Tiempo de ciclo: 39 divisiones  $T_c = 39 \text{ divisiones} \times \frac{0,1 \text{ minutos}}{1 \text{ division}} = 3,9 \text{ minutos}$

**Tabla 15.** Porcentaje de ocupación de los operadores cuarto de ensamble.

Operador	Divisiones	Tiempo	Porcentaje de ocupación
A	23	2,3	58,97 %
B	12	1,2	30,77%
C	16	1,6	41, 03%

Observando el porcentaje de ocupación fácilmente podemos señalar que la carga laboral está distribuida de forma incorrecta, manteniendo ocupado al operador A el 59% del tiempo de ciclo mientras que al operador B solo el 31%

### **Estudio ergonómico de BLITEC**

La evaluación ergonómica de las operaciones que ameritan un estudio se efectuó a través del método REBA, el cual puede determinar el riesgo asociado a la actividad, debido a una observación previa de los métodos de trabajo se determinó estudiar las posturas de dos puestos de trabajo debido a la detección de movimientos de 5to orden, repetitividad de los movimientos y cargas asociadas a la ejecución de la operación.

Las actividades en las que se implementó el método REBA fueron:

Elevación de lámina de vidrio crudo.

Remover Excedente de PVB.

### **Análisis de elevación de vidrio crudo**

El nivel de riesgo asociado a esta actividad es medio lo cual indica que de no tomar alguna medida que reduzca la carga laboral asociada a la actividad esta podría llegar a generar una lesión o enfermedad laboral al operador encargado de ejecutarla. Las tablas de aplicación del método REBA se encuentran en los anexos (ver tablas 16, 17, 18 y 19).

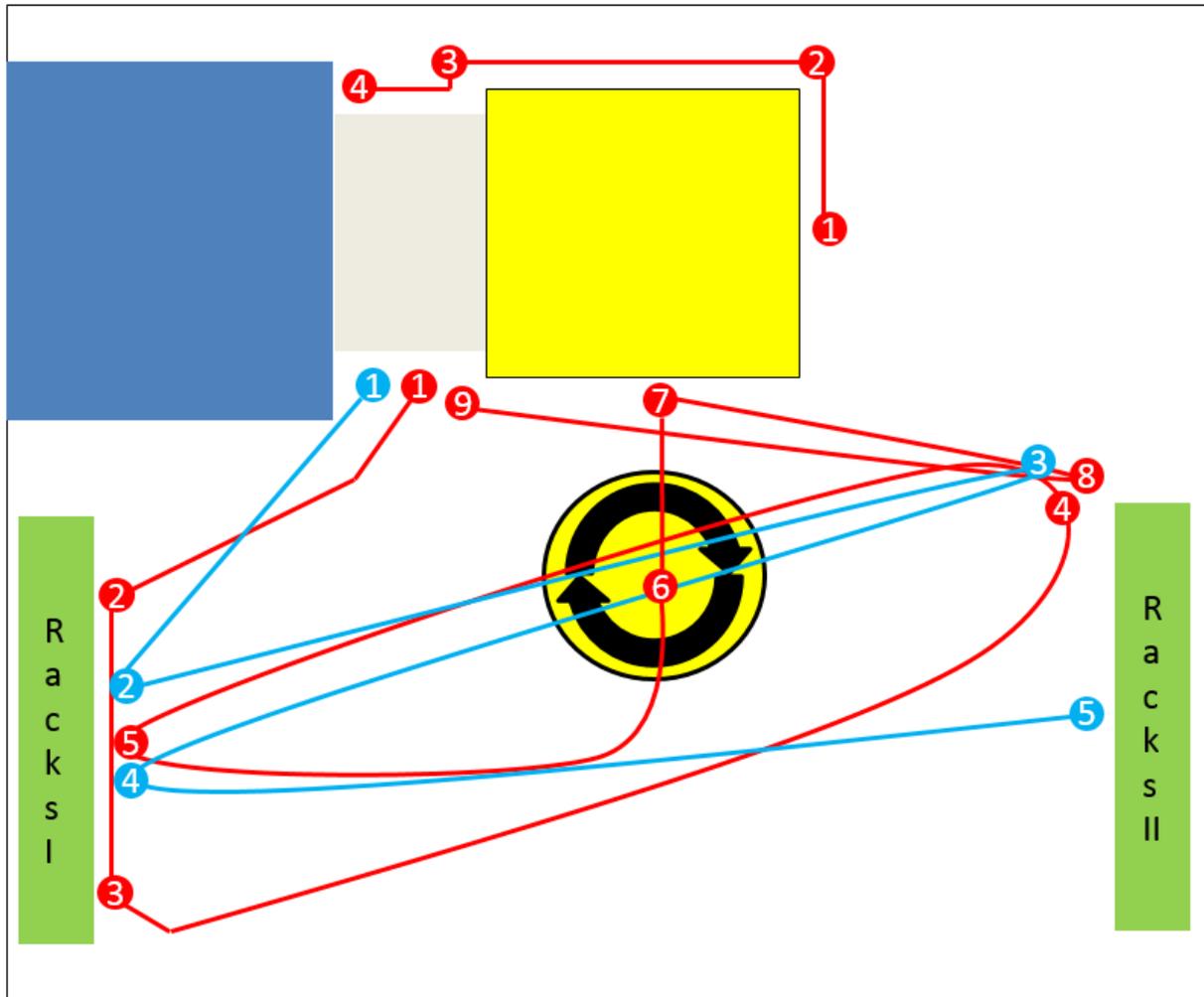
### **Análisis operador 1 y 2 del cuarto de ensamble.**

Las labores realizadas por estos operadores se encuentra en un nivel de riesgo alto siendo evaluada por el método REBA, lo que indica que es necesaria la actuación inmediata para realizar una modificación en los métodos de trabajo que reduzca la carga laboral a la que es sometida el trabajador. Las tablas de aplicación del método REBA se encuentran en los anexos (ver tablas 20, 21, 22 y 23).

### **Estudio de recorridos del operador.**

Al ejecutar las actividades de la línea de vidrio laminado de BLITEC los operadores se mantienen en constante movimiento recorriendo distancias de hasta 30 metros por operación y hasta 1300 metros por jornada, los motivos por los cuales muchas veces el operador deben recorrer esas distancias son la disposición de los equipos a utilizar, la falta de organización de los equipos a utilizar, el reemplazo de los insumos, la repetición de operaciones debido a la incorrecta ejecución de las mismas, debido a esto se estudió los recorridos por los cuales transita el operador para poder así calcular la distancia recorridas.

A continuación se presenta un diagrama de espagueti en el cual se observa de manera sencilla el recorrido que transitan los operadores de dos estaciones de trabajo, la colocación de la lámina en la mesa batiente y el ensamble del vidrio laminado (figura 10 y 11).



**Figura 10.** *Diagrama de spaghetti colocación de lámina en mesa batiente*

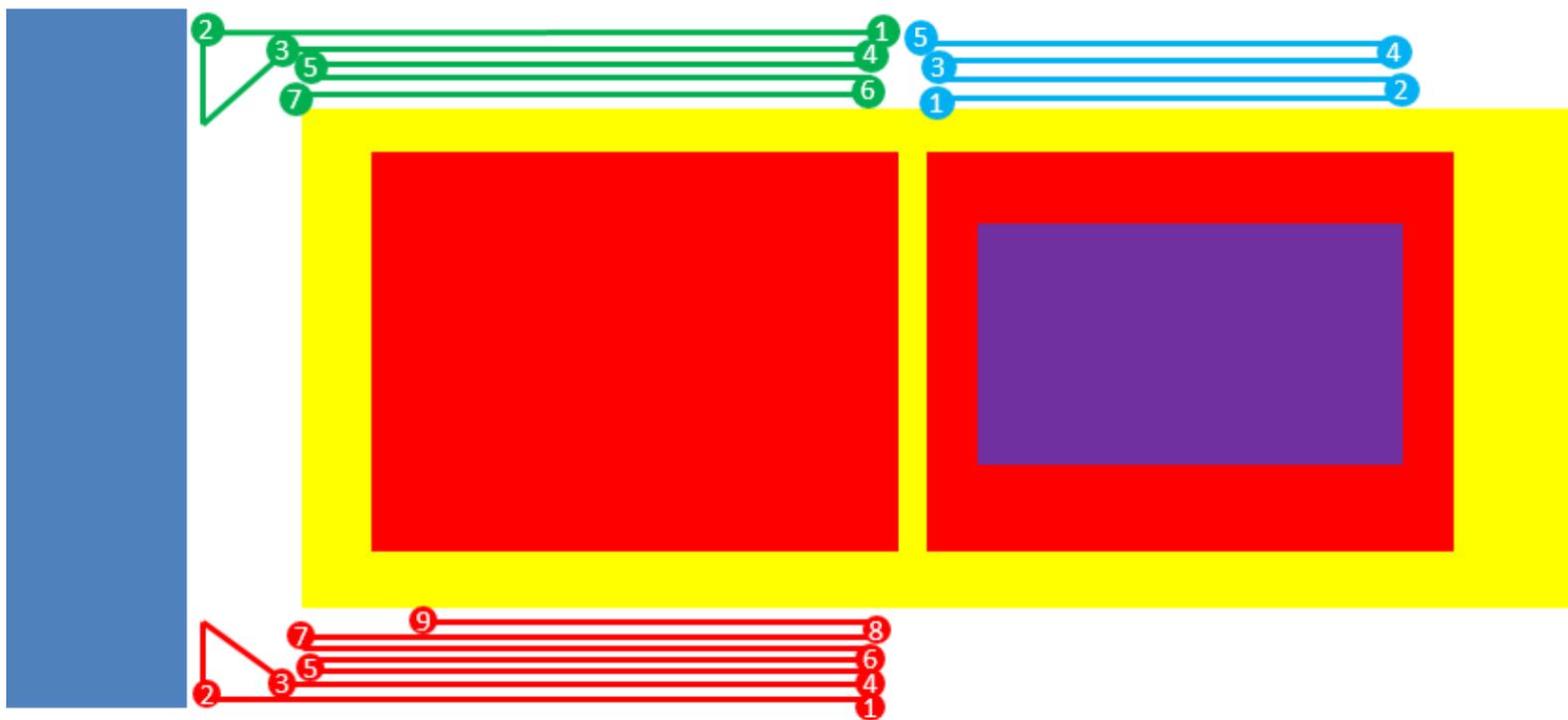


Figura 11. Diagrama de espagueti ensamble de vidrio laminado.

### **Estrategias para reducir desperdicios**

El estudio de causas raíces mediante la herramienta de los 5 ¿por qué? Presentada anteriormente expuso las razones por las cuales la línea de vidrios laminado presenta los desperdicios previamente mencionados, estos desperdicios pueden y deben ser reducidos para que la organización pueda crecer y generar beneficios. A continuación se presenta los desperdicios presentes y una posible alternativa de solución a los mismos (ver tabla 16).

*Tabla 16. Causa raíz vs estrategia de solución*

<b>Desperdicios</b>	<b>Causa raíz</b>	<b>Estrategia para disminuir el desperdicio.</b>
Tiempo de preparación y búsqueda de papel de lijado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El papel de lija solo puede ser utilizado para 7 láminas.</li> <li>2. No hay estandarización de esta operación.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dispositivos que permitan realizar la operación de forma más eficiente.</li> <li>2. Estandarización de la operación.</li> </ol>
Tiempo de reposición de paquete de láminas de vidrio crudo.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No existe un control de reposición de material.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudio de materiales.</li> </ol>
Tiempo para retirar materiales con defectos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El material llega a la planta desde la fuente sin cumplir las especificaciones de calidad de BLITEC.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementar indicadores que permitan llevar un mejor sistema de gestión de calidad de los productos.</li> </ol>
Merma de materiales	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Procesos realizados sin estandarización o normas</li> <li>2. Falta de planificación de mantenimiento preventivo a los equipos por parte de la organización.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estandarización de las actividades.</li> <li>2. Plan de mantenimiento preventivo.</li> </ol>
Tiempos por	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de capacitación por</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrenamiento o</li> </ol>

<b>paradas no planificadas por averías de equipo</b>	<p>parte del operador a la hora de manejar los equipos</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Falta de planificación de mantenimiento preventivo a los equipos por parte de la organización.</li> </ol>	<p>capacitación al personal de planta.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Plan de mantenimiento preventivo.</li> </ol>
<b>Error del operador</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rotación de los operadores para evitar lesiones o enfermedades ocupacionales.</li> <li>2. Falta de supervisor de producción</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reentrenamiento de operadores</li> <li>2. Dispositivos que faciliten la realización de la operación.</li> <li>3. Crear el cargo de supervisor de producción.</li> </ol>
<b>Condiciones inseguras</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de supervisión</li> <li>2. Operadores no capacitados a trabajar con vidrio.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reentrenamiento de operadores.</li> <li>2. Crear el cargo de supervisor de producción.</li> </ol>
<b>Condiciones ambientales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de ventilación en planta</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementar un sistema de ventilación.</li> </ol>
<b>Largos recorridos de los operadores</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Buscar insumos en almacenes</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Implementación de técnicas de orden y limpieza.</li> </ol>
<b>Tiempo de ocio del operador</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Larga duración de la lamina de vidrio entre una estación y otra</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Aumento de velocidad de los rodillos activados</li> </ol>
<b>Procedimientos no estandarizados</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de normativas o manuales en el proceso de las estaciones.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estandarización de procesos creación de ayudas visuales a los operadores.</li> </ol>

En el siguiente capítulo se desarrollaran las estrategias más importantes mencionadas anteriormente con motivo de producir un impacto positivo en los niveles de productividad de la organización.

## **CAPÍTULO V**

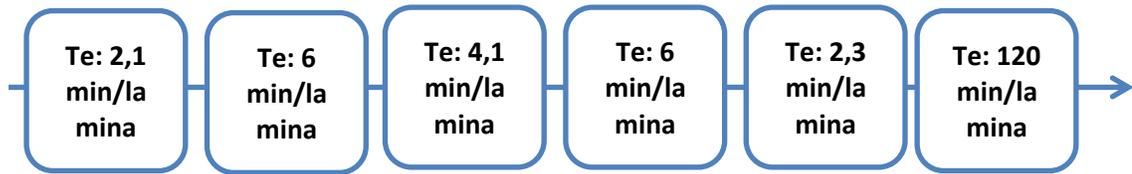
### **DISEÑO DE ESTRATEGIAS.**

#### **V.1. Estrategia N°1: Aumento de la velocidad del manejo de materiales:**

##### **Aumento de velocidad de rodillos activados.**

Uno de los problemas con que cuenta la empresa es la demora que se genera cuando el operador debe esperar a que la lámina de vidrio llegue a su estación de trabajo, esto se debe a la baja velocidad con que se mueven los rodillos activados que transportan la lámina de vidrio a lo largo del proceso, esta velocidad es ajustable y con la que se trabaja en la actualidad fue fijada por la gerencia de forma arbitraria observando que los trabajadores se sentían cómodos con esta, pero con el paso del tiempo se observa que los operadores han superado los tiempos con que se inició el proceso de fabricación de vidrio laminado motivo por el cual se genera un tiempo de ocio entre el momento en que el operador termina la actividad y llega la lámina a la estación para iniciar de nuevo la actividad.

En la actualidad la velocidad establecida y el tiempo en el cual se tarda en pasar la lámina de vidrio a través de la estación de la lavadora y del horno generan retrasos los cuales no permiten que la planta trabaje a una capacidad eficiente produciéndose solo 26 laminas diarias, la organización sospecha que esta velocidad puede ser aumentada para generar un mínimo de 60 laminas por jornada.



**Figura 9.** Esquema actual del tiempo que tarda la lamina en cada estación.

### **Propósito del aumento de velocidad**

Debido a la urgencia de iniciar operación la organización estableció una velocidad en la cual los operadores se sintieran cómodos al momento de ejecutar las labores de producción y no se generara acumulación de material en la línea ya que esto generaría retrasos en las estaciones iniciales, pero en la actualidad la velocidad fijada en aquel entonces genera retrasos debido a que los operadores deben esperar por la lámina de vidrio, generando ocio en estaciones como L04, E05, H07 y H09 y convirtiendo a las estaciones como la L03 y la H06 en estaciones cuellos de botella dado al tiempo en que se tardan en transferir la lámina de vidrio.

Al aumentar la velocidad los operadores reducirán los tiempos de ocio ocasionados por la espera del material aumentando la producción diaria de vidrio laminado permitiendo a la organización cumplir con los pedidos generados que no son satisfechos debido a la capacidad con que se cuenta en la actividad.

### **Ajuste de la velocidad de los rodillos.**

El aumento de la velocidad se determinó partiendo del tiempo por jornada laboral y las cantidades de láminas a producir diariamente, además de tomar en cuenta la capacidad de las facilidades involucradas en el proceso.

## **Horno autoclave**

La duración del proceso de autoclave es de 90 minutos en los cuales pueden ser tratadas un máximo de 20 láminas ensambladas por cada ciclo, debió a esto solo el horno autoclave puede iniciar y terminar 4 ciclos de cocción durante la jornada laboral tomando 6 horas de trabajo efectivo y produciendo un máximo de 80 láminas diarias.

Estas 80 láminas serán tomadas como la producción meta y permitirán evaluar la capacidad de las estaciones de trabajo que preceden al horno autoclave con motivo de determinar si las demás estaciones cumplen con la producción en el tiempo de jornada laboral.

## **Montaje de láminas al vagón.**

El tiempo estándar de esta estación es de 2,3 minutos por lámina.

$$2,3 \text{ min/lámina} \times 80 \text{ laminas} = 184 \text{ min/jornada} = 3,06 \text{ horas/jornada}$$

En este caso la estación de montaje de láminas de vagón puede producir las 80 láminas en un tiempo total de 3,06 horas/jornada efectiva, con cual se evidencia que la estación puede producir la cantidad meta y un poco más.

## **Horno**

El tiempo estándar de esta estación puede ser variado mediante el panel de los rodillos activados los cuales se gradúan en una función directamente proporcional a la temperatura que será sometida la lámina ensamblada. El aumento de la temperatura se deberá a la disminución de tiempo en la cual la lámina será sometida al calor y así poder completar la cocción en un tiempo menor.

Aumentando la velocidad de los rodillos a 2,5 metros por minuto el tiempo que tarda en transportar la lámina sería de:

$$\frac{1 \text{ minuto}}{2,5 \text{ metros}} \times 6 \text{ metros} = 2,4 \text{ minutos/lamina}$$

$$2,4 \text{ min/lámina} \times 80 \text{ laminas} = 192 \text{ min/jornada} = 3,2 \text{ horas/jornada}$$

De esta manera se observa que a esta velocidad y con este tiempo estándar de operación podemos cumplir con la meta de producción en la jornada laboral.

#### **Cuarto de ensamble**

El tiempo estándar de esta operación es de 4,1 min.

$$4,1 \text{ min/lámina} \times 80 \text{ laminas} = 328 \text{ min/jornada} = 5,46 \text{ horas/jornada}$$

Con un tiempo estándar de 4,1  $\text{min/lámina}$  se puede generar la meta de producción de 80 láminas en la jornada de trabajo produciéndose en un tiempo de 5,46 horas efectivas de la jornada.

#### **Lavadora**

El tiempo estándar de esta estación igual que el del horno puede ser variado mediante el panel de los rodillos activados los cuales se gradúan en una función directamente proporcional a la presión de agua que se dispara dentro de la lavadora. Para cumplir con los requerimientos de producción en esta área debe ser el doble de láminas de vidrio crudo ya que el producto final cuenta con dos láminas de la misma.

Aumentando la velocidad de los rodillos a 2,5 metros por minuto el tiempo que tarda en transportar la lámina sería de:

$$\frac{1 \text{ minuto}}{2,5 \text{ metros}} \times 6 \text{ metros} = 2,4 \text{ minutos/lamina}$$

$$2,4 \text{ min/lámina} \times 160 \text{ laminas} = 384 \text{ min/jornada} = 6,4 \text{ horas/jornada}$$

De esta manera se observa que a esta velocidad y con este tiempo estándar de operación podemos cumplir con la meta de producción en la jornada laboral.

#### **Entrada de lámina a la línea de producción**

El tiempo estándar de esta operación es de 2,1 min.

$$2,1 \text{ min/lámina} \times 160 \text{ laminas} = 336 \text{ min/jornada} = 5,6 \text{ horas/jornada}$$

Con un tiempo estándar de 4,1  $\text{min/lámina}$  se puede generar la meta de producción de 80 láminas en la jornada de trabajo produciéndose en un tiempo de 5,46 horas efectivas de la jornada.

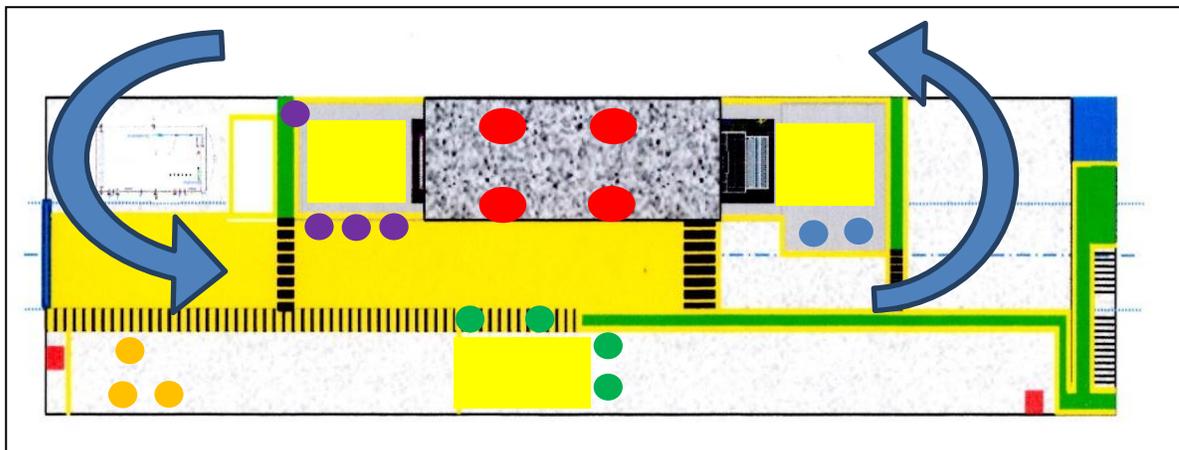
#### **Beneficios del aumento de la velocidad.**

Esta estrategia ayudara a la empresa a reducir los tiempos de ocio que se generan al esperar la lámina en las estaciones manuales además de satisfacer los pedidos que no son atendidos aumentando la producción un 308% pasando de 26 láminas por jornada a 80 láminas por jornada reflejándose en un beneficio monetario de 3.240.000 Bs.F diarios.

## V.2. Estrategia N°2: Estandarización de proceso:

### 5.2.1 Desarrollo e implementación de hojas de proceso

Para mantener la ergonomía y apoyar la versatilidad de cada uno de los operadores de BLITEC, la organización aplica la rotación de personal cambiando a los operadores de sus estaciones de trabajo cada semana, esta rotación se da en sentido anti horario y de a dos operadores por vez , es decir, según estos lineamientos semana a semana dos operadores de la lavadora (circulo azul) pasan al cuarto de ensamble (círculo rojo), dos del cuarto de ensamble pasan al área de horneado (circulo morado) , de la misma manera dos operadores del área de horneado pasan al área de almacén de producto terminado (circulo amarillo), procedentes del almacén de producto terminado pasan dos operadores al área de corte (circulo verde) y finalmente para culminar el ciclo de rotaciones son trasladados al área de la lavadora dos operadores del área de almacén. Este movimiento se aprecia en el layout que se presenta a continuación. Ver figura 9.



**Figura 10.** Distribución del personal de producción en planta.

Debido a esto se ha determinado que a muchos de los operadores se les dificulta el realizar ciertas operaciones debido a que no cuenta con el

tiempo suficiente en un área determinada para adquirir la experiencia necesaria, la complejidad de las misma y procedimiento sistemático que con lleva el realizar las operaciones de cada área.

La hoja de proceso es un formato informativo en cual se recogen todas las características necesarias para la realización de algún producto como lo son las operaciones a realizar, su secuencia de trabajo, equipos o herramientas a utilizar y material involucrado.

### **Contenido de la hoja de procesos**

La hoja de procesos a presentar a la gerencia de BLITEC será un formato impreso en hojas A3 para garantizar la perfecta visibilidad de su contenido esta contara con celdas en las cuales se presentara información precisa y fácil de entender para cualquier persona. Todas las hojas de proceso contendrán:

**Membrete:** este contendrá el logo de la empresa identificación de la estación (más adelante se propondrá una codificación por estaciones de trabajo para cada área de manera de dividir el trabajo de forma equitativa entre estaciones) a la cual pertenece la hoja de procesos, nombre de la actividad, área en la cual se ejecuta la actividad, y el número de páginas que requiere la estación, y estará ubicado en la parte superior de la hoja y contara con unas dimensiones de 40 cm de largo por 3 cm de ancho.

**Espacio visual:** la cual contendrá imágenes que permitan identificar secuencias, movimientos y posturas en las que se debe realizar las operaciones. Este espacio estará ubicado en la parte izquierda del formato, las imágenes expuestas en esta sección serán identificadas para poder enlazarlas con la información que estará en la celda descripción de operación y contara con un espacio de 18 cm de largo y 22 cm de ancho.

**Descripción de operación:** esta sección presentara el cómo se debe realizar la operación explicando todos los pasos a seguir y su secuencia para realizar la operación de una manera clara y precisa, de forma de que cualquier persona pueda ejecutar la operación de forma correcta con solo realizar una consulta al formato, esta sección estará ubicada a la izquierda de la hoja al lado izquierdo del espacio visual y contara con un espacio de 15 cm de largo y 13 cm de ancho.

**Puntos clave:** esta sección contendrá los aspectos claves a tomarse en cuenta para realizar la operación detalles en los cuales se debe tener un mayor cuidado ya que si se pasan por alto pueden conllevar a que el producto terminado no cumpla con las especificaciones de calidad y contara con un espacio de 15 cm de largo y 4 cm de ancho.

**Tiempo estándar:** estas celdas contendrán el tiempo estándar del elemento o paso correspondiente, tiempo estándar que se obtuvo en el estudio de tiempos cronometrados anteriormente presentado, y estará señalado en segundos y contara con un espacio de 15 cm de largo y 2 cm de ancho.

**Tiempo estándar total:** este tiempo estándar será el acumulado de cada uno de los tiempos estándar de los elementos que conforman la actividad. Estará expresado en minutos y contara con un espacio de 19 cm de largo y 2 cm de ancho.

**Seguridad y precaución:** el motivo de esta sección es brindar pautas de seguridad al momento de ejecutar la operación, estas pautas vendrán de la mano con las normas de seguridad de la empresa. La celda de seguridad y precaución estará ubicada del lado izquierdo de la hoja justo debajo de las celdas de descripción de operación y contara con un espacio de 13 cm de largo y 3 cm de ancho.

**Implementos de seguridad que aplican:** en esta sección se presentaran de forma visual los implementos que los trabajadores deben utilizar para la ejecución de la tarea tales como botas, guantes, cascos, lentes orejeras. Estará ubicada en la parte inferior derecha de la hoja justo por debajo de puntos clave tiempo estándar además contara con un espacio de 6 cm de largo y 3 cm de ancho.

**Celdas de identificación de la hoja:** en la parte inferior derecha se encontrará una sección conformada por revisión (el número de la actualización de la hoja de proceso), Fecha (la fecha en la cual se publicó la hoja de procesos), elaborado por (con el nombre de la persona que elaboro la hoja de procesos), revisado por (con el nombre y firma de la persona que chequeara la veracidad de la información con que cuenta la hoja de procesos), Aprobado por (con el nombre de la persona apta para aprobar la publicación de las hojas de proceso). Esta sección contara con una dimensión de 19 cm de largo por 2 cm de ancho.

### **Propósito de la hoja de procesos**

### **Ubicación de las hojas de procesos**

La hoja de proceso se convertirá en una herramienta para la estandarización del proceso ya que esta dictara los pasos a seguir para realizar una operación fijando una sola manera de ejecutar dicha operación y así poder generar un proceso homogéneo y consistente en todas las áreas de producción, para así poder disminuir de manera significativa el error cometido por mano de obra lo cual conllevara a la reducción de otros desperdicios como paradas de planta imprevistas por desecho de material dañado o retrasos en la línea por demora de los operadores al realizar una operación.

Las hojas de proceso se ubicaran en un lugar visible de fácil acceso para cualquier integrante de la organización, en la estrategia de gestión visual desarrollada más adelante se propondrá la división de operaciones por estaciones de trabajo con una codificación dichas estaciones contarán con carteles informativos de la ubicación de la misma estos vendrán con una base diseñada para la publicación de la hojas de proceso.

### **Actualización de las hojas de proceso.**

Las hojas de proceso deberán ser revisadas y actualizadas cada cierto periodo de tiempo con motivo de mantener una información veraz en la línea de producción y así poder publicar los cambios que se realicen en cualquier área de la planta en cuanto a los métodos de trabajo, el periodo para realizar la revisión de las hojas de proceso será de una cada 30 días, esta revisión será realizada por el ingeniero de proceso y la gerencia de control de procesos y calidad.

### **Plan de implementación de hojas de proceso.**

Aun cuando la implementación de esta estrategia quedara a criterio de la gerencia de la organización a continuación de muestra un plan de desarrollo y aplicación de las hojas de proceso en las estaciones de la línea de vidrio laminado de BLITEC.

**Tabla 17.** Plan de acción de implementación de las hojas de proceso en la línea de vidrio laminado.

Actividad	Responsable	Duración	Inicio	Final
Revisión del formato propuesto y desarrollado en esta investigación.	Ing. De Procesos. Coordinador de calidad y procesos.	2 días	15/11/2016	16/11/2016
Aprobación del formato por parte de la Gerencia General.	Gerente General	2 días	17/11/2016	18/11/2016
Establecer procedimientos a seguir para el desarrollo de las actividades de cada estación.	Ing. De Procesos.	5 días	21/11/2016	25/11/2016
Vaciar información de procedimientos en los formatos revisados y aprobados por alta gerencia para cada una de las estaciones de la línea de vidrio laminado	Ing. De Procesos	10 días	28/11/2016	09/12/2016
Presentación de la hoja de procesos a los operadores de cada una de las estaciones de la línea de vidrio laminado y retroalimentación. (*)	Ing. De Procesos Jefe de producción.	1 día	12/12/2016	12/12/2016
Capacitación de operadores luego de la retroalimentación realizada por la hoja de procesos. (**)	Ing. De Procesos Jefe de producción.	5 días	12/12/2016	17/12/2016
Aprobación de la hoja de procesos definitiva por la gerencia general.	Gerente General	1 día	19/12/2016	19/12/2016
Publicación de la hoja definitiva a Presentar en la Línea de vidrio laminado	Ing. De procesos	3 días	20/12/2016	22/12/2016

(\*) El propósito de presentarle la hoja de procesos a los operadores no solo será que conozcan el formato y su utilidad sino también para realizar una retroalimentación acerca de la forma más cómoda y eficiente de realizar las operaciones ya que estos tienen alrededor de 5 meses ejecutándolas.

(\*\*)La capacitación de los operadores será una estrategia con una propuesta de plan de acción que se presentara a continuación la misma busca estandarizar los métodos de trabajo de la línea de vidrio laminado.

A continuación se presenta un ejemplo de una de la hoja de proceso de la estación L01 con la actividad posicionamiento de lámina en mesa batiente.

<b>BEITEC</b> <b>CRISTALALAMINADOR</b>		<b>HOJA DE PROCESO: L01</b> <b>POSICIONAMIENTO DE LAMINA EN MESA BATIENTE</b>		<b>AREA:</b> <b>AREA DE LAVADO</b>		PAG. 01 TOTAL PAG.: 02
<b>TIEMPO ESTANDAR TOTAL:</b>		<b>TIEMPO ESTANDAR OPERACION</b>		<b>PUNTO\$ CLAVE</b>	<b>TIEMPO ESTANDAR</b>	
<b>PASO 1:</b> Limpiar la superficie de la lamina de vidrio crudo mediante el uso de la herramienta W en la secuencia indicada (1-2-3-4) para eliminar la capa de oxido de silicio en los lugares indicados. (Fig. 1-2)				asegurar de eliminar totalmente la capa de oxido de silicio de la superficie del vidrio.	<b>29 segundos</b>	
<b>PASO 2:</b> buscar grua X y posicionarla frente a la lamina de vidrio crudo.				Esperar a que las ventosas de la grua realicen la succion completa.	<b>21 segundos</b>	
<b>PASO 3:</b> Fijar ventosas de la grua X (apretando el boton en el panel de mandos de la grua) y elevar lamina de vidrio mediante el uso de la grua X. (Fig. 3 y 4)						
<b>SEGURIDAD / PRODUCCION</b>						
1. Usar los implementos de seguridad requeridos.						
3. Colocar las herramientas en orden luego de usarlas						
<b>LISTADO DE HERRAMIENTAS Y VIO EQUIPO\$</b>		<b>REVISION</b>		<b>EVALUADO POR:</b>		<b>APROBADO POR:</b>
<b>SIMBOLO</b>	<b>TIPO DE HERRAMIENTA / EQUIPO</b>	<b>FECHA:</b>		<b>REVISADO POR:</b>		<b>APROBADO POR:</b>
W X Y Z	PANO	09/2024				

Figura 11 Hoja de proceso estación L01.

### **5.2.2 Capacitación de operadores.**

Esta estrategia se basara en dar un conocimiento a los operadores de cada uno de los procedimientos a seguir para la ejecución de todas las operaciones haciendo énfasis en brindar el conocimiento de los puntos críticos de las operaciones tomando en cuenta la retroalimentación obtenida por la estrategia de las hojas de procesos al momento de su presentación a los operadores.

La capacitación se realizara por parte del departamento de procesos y de producción, involucrando al ingeniero de procesos y al supervisor de producción, además de agregar a 3 operadores que se consideren aptos y capaces no solo de ejecutar de forma correcta las operaciones, sino también de poder transmitir los conocimientos acerca de la correcta ejecución de las actividades, los cuales podrán ser llamados como líderes de línea, para así poder contar con un equipo eficiente y eficaz, para generar un buen resultado de esta estrategia.

La capacitación se realizara en un lapso de 5 días, en los que se dividirán los operadores en 2 grupo de 5 operadores y 1 de 4 operadores.

#### **Importancia de la capacitación**

Esta estrategia será de gran ayuda para los operadores ya que les brindara la información necesaria para ejecutar las operaciones de una forma correcta, con esta se pretende eliminar los errores que comete la mano de obra al momento de ejecutar las operaciones y reducir los minutos de retraso que se generan al parar la línea de producción para solventar los problemas que producen los errores de los operadores.

## **Beneficios de la capacitación**

El equipar al trabajador con conocimientos acerca de cómo realizar sus tareas correctamente no solo evita el error en el que el mismo puede incurrir al ejecutar la operación sino que también reduce el riesgo involucrado al realizar una mala labor con un material como el vidrio que puede llegar a ser peligroso si se manipula de forma indebida, teniendo el conocimiento requerido para las labores y el manejo del vidrio se disminuye de manera considerable la probabilidad de que el operario sea víctima de algún accidente laboral.

### Fases de la capacitación

#### **Fase 1: Emitir permisos a la gerencia para la ejecución de la capacitación a los operadores.**

El responsable de ejecutar la capacitación deberá informar a la gerencia general acerca de las actividades de capacitación o re inducción de los operadores con motivo de que las actividades no interfieran con las actividades normales de la planta.

#### **Fase 2: Conformación del equipo de trabajo.**

El ingeniero de procesos y el supervisor de producción deberán unir conocimientos para contar con la certeza de instruir de forma integrada procedimientos de ejecución de manera sencilla y sistemática, además de seleccionar a 3 operadores que demuestren una gran destreza al momento de ejecutar las operaciones y conocimiento completos acerca de los puntos críticos o claves de las operaciones, para así dividir el trabajo de la capacitación.

### **Fase 3: Ejecución de la capacitación.**

Se realizara en 3 grupos a los cuales se les dictaran los pasos a seguir para ejecutar las operaciones de forma teórica al momento de pasar por cada estación seguido de 3 muestras de la ejecución de la operación por parte de uno de los líderes de línea y por ultimo pasar a ejecutar la operación para realizar una evaluación de los conocimientos impartidos.

### **Fase 4: Seguimiento del desenvolvimiento de los operadores.**

El seguimiento de la ejecución de actividades por parte de los operadores será llevado a cabo por los supervisores de producción y los líderes de línea, observando de manera directa la manera para corroborar que siguen las instrucciones dadas en el entrenamiento, también pueden evaluar el desempeño de los operadores registrando los minutos que son tomados a solventar los problemas o las veces en las que los operadores cometen un error por jornada.

### **5.2.3 Gestión Visual**

La gestión visual consiste en cualquier dispositivo de comunicación que indique el modo correcto de algo con tan solo un vistazo, permitiendo identificar si esta fuera de estándar. Esta herramienta ayuda a los operadores a realizar una rápida evaluación de sus tareas realizadas.

La estrategia a presentar a la directiva de BLITEC será de un plan de desarrollo (con implementación a decisión de la empresa) de una gestión visual a lo largo de la línea, donde las ayudas visuales serán capaces de proveer información de forma sencilla y explícita con motivo de guiar al

operador al momento de realizar cualquier operación, ser una forma de autoevaluación de la realización de sus tareas y brindar información a cualquier persona ajena al proceso productivo o a operadores que recién se integren a la organización y no posean la suficiente experiencia para conocer los puntos críticos de las operaciones de cada estación.

Diseño de la gestión visual.

La estrategia de gestión visual se realizara de tres maneras:

Identificación de estaciones.

Carteleras informativas.

Identificación de estaciones.

A lo largo de línea se puede observar que no existen límites entre operaciones lo cual no permite una correcta o demarcada separación del trabajo, esto puede influir en las rotaciones de los mismos llegando a confundir a los operadores en cuanto a que lugar debe ocupar para realizar su labor semanal, agrupando e identificando cada una de las operaciones a estaciones se contribuye a mantener el orden en la línea de producción reduciendo tiempos en cuanto iniciar actividades, recolectar información y realizar una codificación sencilla al momento de hablar de una determinada área de la línea de producción.

**División de actividades en estaciones:** la división de estaciones se realizara tomando en cuenta el número de operadores, los equipos utilizados por estación y el área destinada a la operación. Esta división será la que se tomara en cuenta al momento de desarrollar las hojas de proceso presentadas en la estrategia anterior, y cada una de las estaciones que se desarrollen contarán con la presencia de una hoja de procesos en función de estandarizar la ejecución del trabajo en cada una de estas.

### La codificación de las estaciones.

La codificación de las estaciones se realizara de forma sencilla tomando en cuenta para el número de la estación el orden en el que se van desarrollando las operaciones a lo largo del proceso y adicionando una letra la cual guardara una relación con la forma en que expresan de las áreas de producción en la actualidad.

L: Área de lavado

A: horno autoclave.

E: Cuarto de ensamble

H: Hornos

### División propuesta de las actividades por estación.

**Tabla 18.**División de operaciones por estación.

Estación	Actividad	Número de operadores	Equipo/Herramienta	Precedida por
Est.L01	Inspección de lámina	1	-	-
	Limpieza de lámina	1	Paño	
	Elevación de la lámina	1	Grúa Elevadora 1	
	Transporte de lámina	1	Grúa Elevadora 1	
	Posicionamiento de lámina	1	Grúa Elevadora 1	
Est.L02	Abatir Mesa 1	1	Mesa abatible	Est L01
	Lijar Lamina	1	Taco de lija	
	Colocar lamina en los rodillos	1	-	

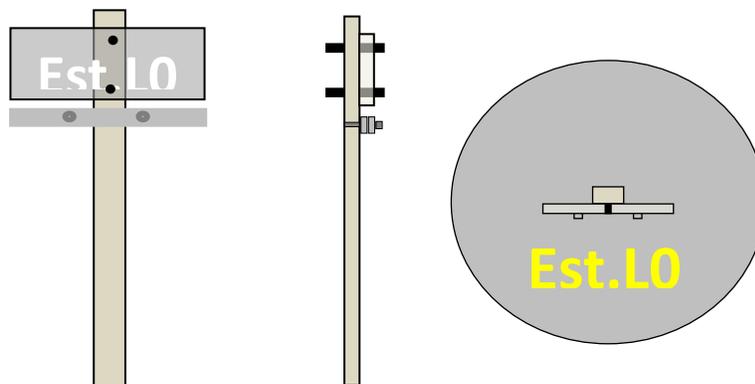
Est.L03	Transferencia 1	-	Rodillos Activados	Est L02
Est.L04	Lavado de lámina	-	Lavadora	Est L03
Est.E05	Posicionar lámina 1	1-2	Rodillos Activados	Est.L04
	Extender PVB en lámina 1	1-2	-	
	Eliminación de aire entre lamina 1 y PVB	1-2	Bastón de Madera	
	Elevación de la lámina 2	3	Grúa Elevadora 2	
	Posicionar Lamina 2	3	Grúa Elevadora 2	
	Limpiar Lamina 2	3	Manga para limpieza	
	Remover Excedente de PVB	1-2	Exacto	
	Colocar lamina en los rodillos	3	-	
Est.H06	Transferencia 2	-	-	Est.E05
Est.H07	Presellado de vidrio Laminado	-	Horno #1	Est.H06
	Desaireado de vidrio Laminado	-	Horno #2 y #3	
Est.H08	Transferencia 3	-	Rodillos Activados	Est.H07
Est.H09	Colocar separadores al Vidrio laminado	1	-	Est.H08
	Abatir Mesa 2	2	Mesa Abatible 2	
	Posicionar Grúa 3	1-2	Grúa Elevadora 2	
	Elevar Vidrio Laminado	3-4	Grúa Elevadora 2	
	Transporte de Vidrio laminado	3-4	Grúa Elevadora 2	
	Posicionar Lamina en el Vagón	3-4	Grúa Elevadora 2	
Est.A10	Transferencia 4	-	Vagón	Est.H09

Est.A11	Cocción en Horno Autoclave	-	Horno Autoclave	Est.A10
	Descarga de horno autoclave	1	Vagón	
Est.A12	Transferencia 5 (almacén de PT)	1	Montacargas	Est.A11

### Diseño de la señalización de las estaciones

La señalización se realizara mediante dos formas la primera será indicando mediante un numero denotado con pintura de aceite, amarilla para las estaciones con operaciones mientras que verde para la estaciones donde la actividad sea la transferencia de la lámina, en el piso del área donde se desempeñe la estación. La otra forma de señalización se hará con letreros de vidrio crudo de 40 centímetros de ancho por 20 centímetros de alto tallados con los números correspondiente a cada estación y fijado en tubos cuadrados de 1,80 metros de alto, los cuales taran soldados en lugares donde se efectúe la operación.

A un 1,40 metros la estructura poseerá una pletina (perforada) de 3x1/16 pulgadas y de 40 cm de largo poseerá dos agujeros por los cuales pasaran dos tornillos fijos a una segunda pletina (perforada) para servir de apoyo para mantener las hojas de proceso publicadas para la estación.



**Figura 12.** Diseño de letreros de señalización.

En la primera fase de la gestión visual se elaboraran carteleras las cuales contendrán información acerca de los puntos críticos de la operación que se deben conocer al momento de realizarla.

Las carteleras serán de corcho de 1 metro de alto por 2 metros de ancho con una láminas de acrílico de 1 metros de alto por 0,4 de ancho posicionadas en una base formada por tubos rectangulares de 2x1 pulgadas y de 1,80 metros de alto. La cartelera se ubicara con el extremo superior de la pizarra al extremo superior de los tubos de la base mientras que el extremo inferior de la pizarra se mantendrá a una altura de 0,80 metros.

La cartelera estará dividida en tres partes, la primera será el membrete de la ayuda visual, la segunda se enfocara en los puntos críticos y aspectos de interés de la estación, mientras que la última parte presentara los tiempos estándares de cada actividad de la estación y el tiempo de siglo.

La razón por la cual el material a utilizar es el acrílico es que estas pueden ser modificadas con facilidad, ya que la organización pretende volverse una empresa líder y posiblemente incursionar en otro productos relacionados a la manufactura del vidrio laminado, como lo puede ser el vidrio blindado estructural o automotriz, trayendo cambios a la línea como en su operaciones, tiempos estándares y puntos críticos o de interés, mientras que se usa el corcho para adjuntar imágenes o información d manera sencilla con simples sujetadores de papel.

**Espacio para membrete de la ayuda visual:** esté espacio será de 0,20 metros de alto por 2 metros de largo, contendrá el logo de BLITEC en la

parte izquierda, mientras que en el resto del membrete contiene como título “AYUDA VISUAL #01” (Dependiendo del número de la ayuda visual), y justo debajo de ésta “ESTACIÓN #01” (Dependiendo de la estación en la que esté ubicada).

**Espacio para contenido de aspectos críticos de la operación:** este estará ubicado en la parte izquierda y tendrá una dimensión de 0,90 metros de alto por 1,60 metros de largo. Esta sección estará contendrá instrucciones sencillas e imágenes donde se pueden apreciar secuencias o posiciones a seguir para la ejecución correcta de la operación.

**Espacio para tiempos estándares y tiempo de ciclo de la operación:** este espacio estará a su vez dividido en dos celdas número de operación y tiempo estándar de la operación, además de contener al fondo de lado derecho el tiempo de ciclo de la operación.

Estaciones que requieren la implementación de una ayuda visual.

estaciones que requieren ayudas visuales son las que cuentan con la intervención del talento humano, ya que estas operaciones no son totalmente automatizadas, existe el error humano al momento en que el operador ejecuta la tarea.

BLITEC cuenta con las siguientes estaciones en las que interviene la mano de obra:

Estación 01: colocación de la lámina en la mesa.

Estación 02: abatimiento de mesa.

Estación 03: lijado de lámina.

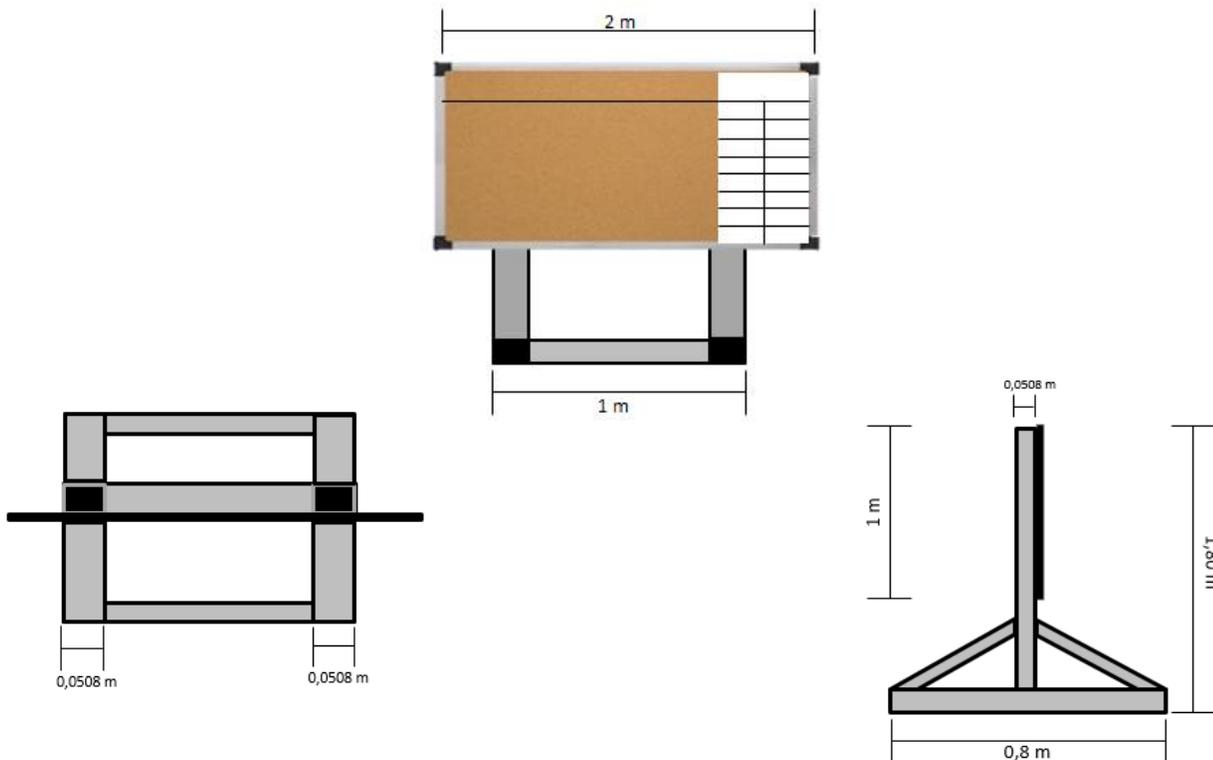
Estación 06: cuarto de ensamble.

Estación 08: horno de presellado y desairado.

Estación 09: descarga de lámina al vagón de transporte.

Estación 12: descarga de láminas del horno autoclave.

Estación 13: envío de producto termina a almacén.



**Figura 13.** Vista de carteleras informativas.

#### 5.1.4 Beneficios de la estrategia de estandarización.

El objetivo de la estandarización del proceso es ofrecer al operador un método de trabajo sencillo y sistematizado que pueda ser llevado a cabo sin algún problema contando con herramientas que brinden ayuda en la ejecución del mismo trayendo como beneficios la disminución de los desperdicios causados por los errores cometidos por los operadores, los recorridos innecesarios, las demoras en la producción y el producto defectuoso disminuyendo la merma de materiales y aumentando la

producción en cuanto a la utilización de los recursos y los materiales con que dispone la organización.

A continuación se muestran la justificación económica adjunta a las estrategias de mejora antes mencionadas.

**Tabla 19. Inversión Requerida**

<b>Razón</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo total (Bs.F)</b>
<b>Subestrategia 1: HOJAS DE PROCESO</b>			
caja de hojas doble carta	1	80.000	80.000
Impresora multifuncional EPSON Tinta continua L365	1	350.000	350.000
Sistema de tinta continua EPSON	1	35.000	35.000
TOTAL			460.000
<b>Subestrategia 2: CAPACITACION DE OPERADORES.</b>			
Incentivos a operadores lideres	3	10.000	30.000
TOTAL			30.000
<b>Subestrategia 3: GESTION VISUAL</b>			
Tubos cuadrados de 2x1 pulgadas	12	8.000	96.000
Pletinas perforadas	1	16.300	16.300
Tornillos	52	200	10.400
Desbastado	12	2000	24.000
Tuercas	52	80	4.160
Electrodos	1	4.000	4.000
Pizarras de corcho	8	20.000	160.000
Marcadores	20	200	4.000
TOTAL			318.860
<b>TOTAL DE LA ESTRATEGIA</b>			<b>808.860</b>

La aplicación de la estandarización de las operaciones pretende disminuir los tiempos en los cuales deben solventar los problemas ocasionados por los errores que cometen los operadores al momento de

ejecutar las operaciones, esta alternativa reducirá en un 90 % la probabilidad cometer un error que cause una parada de planta por parte del operador, dejando un 10% a la posibilidad del error humano común, reduciendo en un 90% el tiempo que se requiere para reiniciar operaciones, al disminuir este tiempo se genera un tiempo efectivos de producción de 45 min en los cuales se pueden producir alrededor de 3 láminas de vidrio diario, generando una ganancia de 180.000BsF., la recuperación de la inversión se dar en un periodo de :

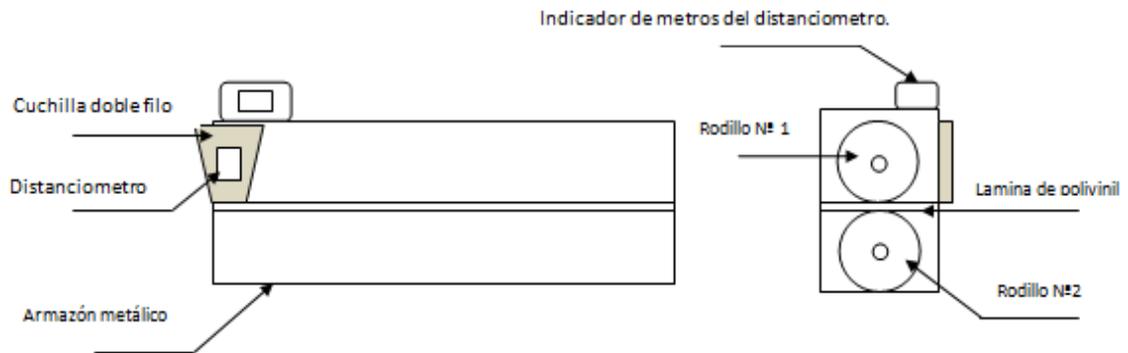
$$\text{dias de recuperacion} = \frac{808.860 \text{ Bs.F}}{180.000 \frac{\text{Bs.F}}{\text{días}}} = 4,49 \cong 5 \text{ dias}$$

### **V.3. Estrategia N°3: Diseño de dispositivos:**

#### **5.3.1 Dispositivo de corte de excedente de polivinil.**

Mediante el uso del método REBA aplicado en BLITEC para la evaluación ergonómica de las actividades se evidencia un movimiento de dorso flexión (5to orden) en el cuarto de ensamble específicamente al momento de cortar la película de polivinil y eliminar su excedente este movimiento es realizado más de 40 veces por jornada por dos operarios.

El dispositivo a diseñarse tendrá como objetivo principal realizar un corte limpio a la sección transversal de la hoja del polivinil con la finalidad de eliminar el movimiento de dorso flexión realizado por los operadores para llevar a cabo manualmente esta acción. Con un diseño simplista y compacto el dispositivo está conformado por dos rodillos del mismo diámetro envueltos en fundas de algodón dispuestos paralelamente en un armazón metálico rectangular, una cuchilla de doble filo a la cual está sujeta un distanciometro, todo esto conectado a un pedal ubicado en el piso, por medio del cual se activa la función neumática de corte.

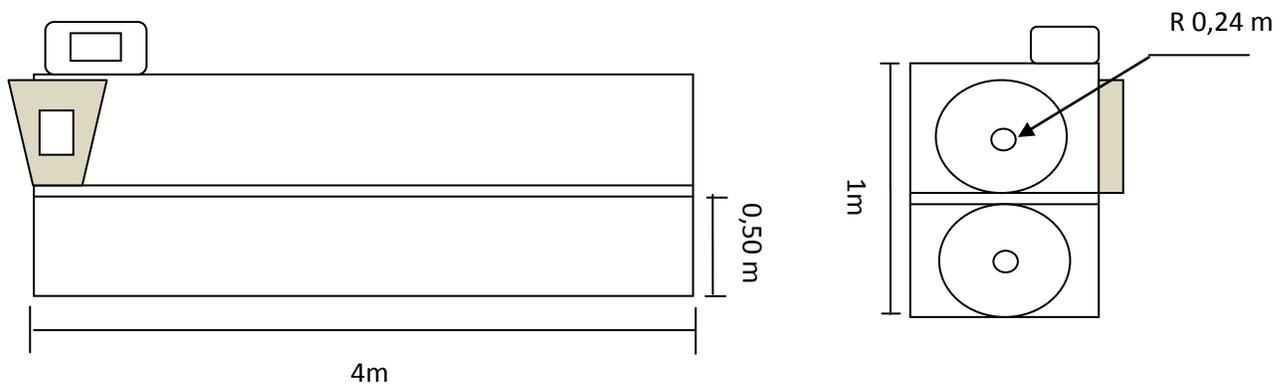


**Figura 14.** Partes del dispositivo de corte.

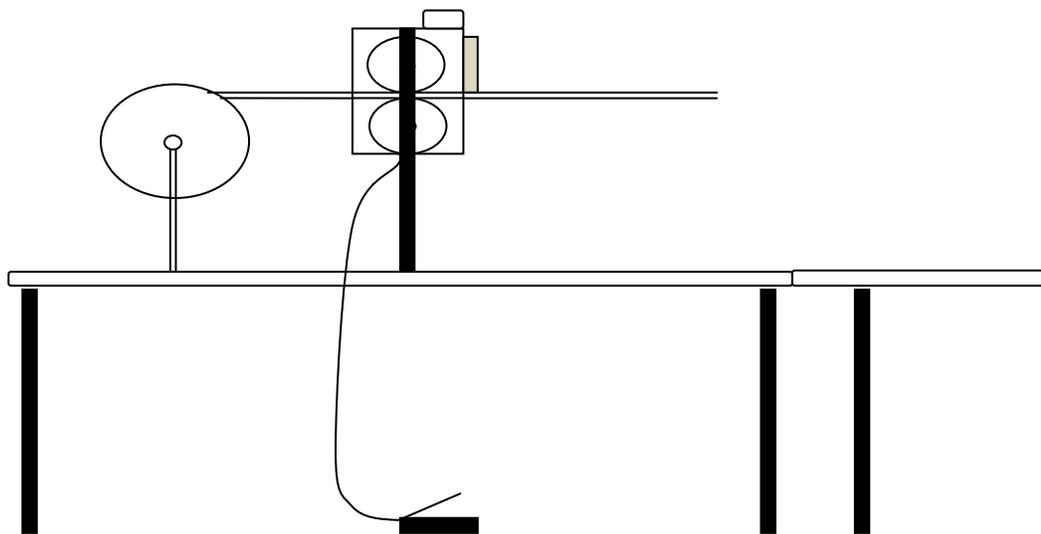
### **El funcionamiento del dispositivo.**

Una vez en posición la 1era lámina de vidrio aminado en el cuarto de ensamble los 2 operarios a los cuales les corresponde la tarea de la extensión del polivinil sobre el vidrio laminado procede a desplegar dicho polivinil tomándolo cada uno por un extremo y haciendo que este pase entre los rodillos haciéndolos girar. A medida que los operadores van desenrollando la bobina de polivinil a través de los rodillos, la hoja va siendo medida en distancia por medio del distanciómetro ubicado sobre la cuchilla, este refleja el numero de material desenrollado en metros en la pantalla digital ubicado en la parte superior del dispositivo, la lamina de vidrio laminado tienen un largo de 3,3 metros, pero por motivos de calidad la empresa establece que el largo del polivinil debe ser 2 cm superior al largo de la lamina de vidrio por lo cual el operador procede a pisar el pedal el cual activa la función neumática de corte una vez que luego de desenrollar se refleja en la pantalla los 3,5 metros. Debido a que las actividades realizadas en el cuarto de ensamble se llevan a cabo en condiciones ambientales especiales, suelen generarse choques de energía estática entre la punta de la hoja de polivinil y las manos de los operadores, por tal motivo se decidió utilizar fundas de algodón para los rodillos ya que el contacto entre la

superficie del polivinil y las fundas de algodón de los rodillos retiran el exceso de estática presente en la hoja de polivinil debido a la humedad relativa presente en el ambiente, esta reducción de estática hace que la hoja de polivinil sea más maniobrable lo cual permite extenderla sobre la lamina de vidrio de manera más uniforme y reduciendo considerablemente el aire atrapado entre la lámina y el polivinil, y por su puesto eliminando los choques de estática entre el material y el operador.



**Figura 15.** Diseño del dispositivo de corte.



**Figura 16.** Vista del dispositivo de corte instalado.

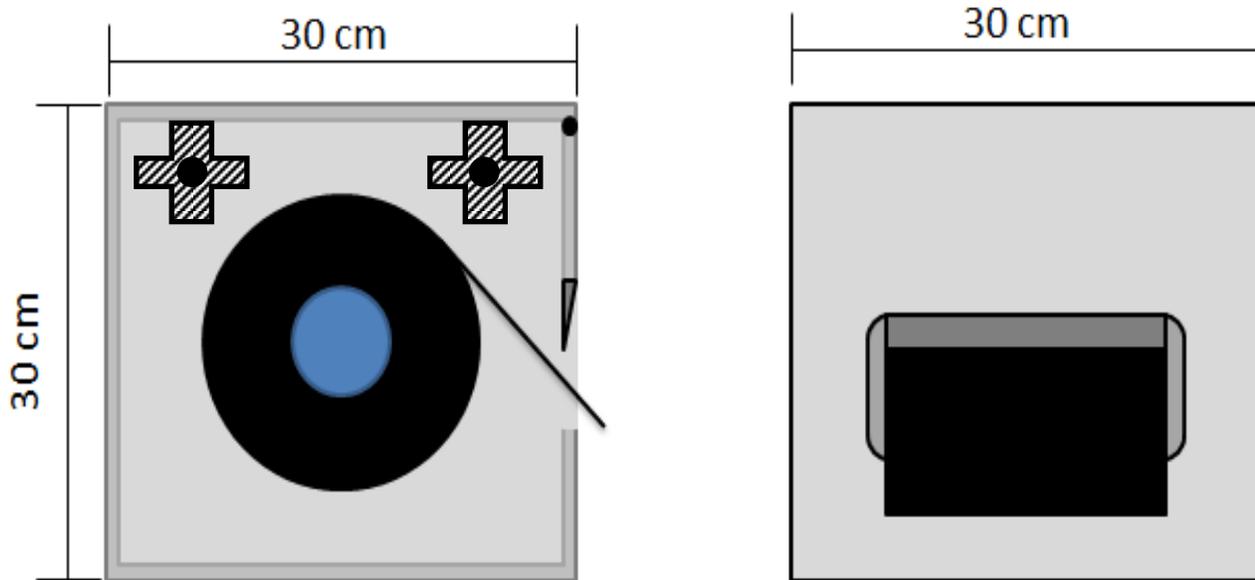
**Tabla 20.** Cantidades y costos de materiales para la elaboración del dispositivo

Material	Cantidades	Costo por unidad (Bs.F)	Costo Total (Bs.F)
Tubos cuadrados de 2x1 pulgadas (1m)	2	7.980	15.960
Lamina Lisa Galvanizada 1.20x2.40 Calibre 16 (1.5 mm)	4	65.679	262.716
Rodillos de Goma 3,5x0,24 m	2	39.500	79.000
Fundas de algodón (Diseño a medida)	2	15.250	30.500
Distanciometro	1	580.500	580.500
Tablero Neumático	1	280.000	280.000
Tablero Eléctrico	1	30.000	30.000
Electrodos	2	4.000	8.000
Instalación de Sistema Neumático.	-	220.000	220.000
Hoja de corte semi circular	1	35.000	35.000
<b>TOTAL</b>			<b>1.541.676</b>

### 5.3.2 Dispositivo dispensador de lija para estación L02

El estudio del recorrido del operador mediante el uso del diagrama de espagueti evidencio que este recorre una gran distancia para reemplazar el papel de lija del taco con que se eliminan los desperfectos que puede tener la superficie del vidrio, este recorrido es de 15 metros y ocasiona demoras en las estaciones siguientes.

El dispositivo dispensador de lija será una caja de aluminio la cual podrá equiparse de un carrete o rollo de lija en un eje interno además de



**Figura 17.** Vista frontal y de perfil con corte transversal del dispositivo.

La función del dispositivo será servir como un lugar para almacenar los rollos de papel de lija además de contar con una hojilla que servirá para tomar la cantidad de papel deseada de manera sencilla.

El rollo de papel se posicionara en un eje giratorio formado por un tubo de aluminio hueco, el cual con tan solo halar el extremo del papel de lija podrá dispensar la cantidad requerida para reponer en el taco de lijado, además de una hojilla con la cual se podrá servir la cantidad requerida de lija y así recortar de forma fácil y rápida. La cara frontal del dispositivo poseerá en la parte superior una bisagra con la cual se podrá abrir el dispositivo para desmontar el eje donde se posiciona el rollo y así poder abastecer de papel de forma sencilla. El dispositivo estará posicionado en una pared muy cercana a la estación L02 a tan solo 1 metro de donde se ejecuta el lijado de la superficie.

### **Beneficios del dispositivo.**

El principal aporte que genera el dispositivo es la reducción de los metros recorridos por el operador al momento de reponer el papel de lija del taco, tarea que ejecuta al menos 6 veces por jornada, llevando el recorrido de 15 metro a 1 metro, como beneficio secundario trae la reducción de tiempos de preparación que generan demoras en la línea con esto se aumenta la productividad generando más tiempo efectivo para el operador.

### **Inversión de la estrategia.**

**Tabla 21.** Cantidades y costos de materiales para el dispensador de lija.

Material	Cantidades	Costo por unidad (Bs.F)	Costo Total (Bs.F)
Lamina de aluminio lisa de 1m <sup>2</sup> (*)	1	25.000	25.000
Tubo liso de aluminio de ½ (*)	1	1.000	1.000
Bisagras con freno recta de 35 mm (**)	2	800	2.400
100 Hojillas para exacto (***)	1	7.500	7.500
Rollo de lija de 12" 45 metros (*)	1	10.000	10.000
<b>TOTAL</b>			<b>45.900</b>

(\*) Fuente presupuesto concretera El Hipódromo, valencia.

(\*\*) Fuente presupuesto de ferretería tu herraje, valencia.

(\*\*\*) Fuente presupuesto de CREATIVEN C.A., Carabobo.

### **Dispositivo de alisado de polivinil butiral.**

Al momento de extender el polivinil butiral (PVB) sobre la superficie del vidrio crudo lavado se generan pliegues a lo largo de todo el vidrio para esto dos operadores eliminan estos pliegues mediante el uso de un bastón de

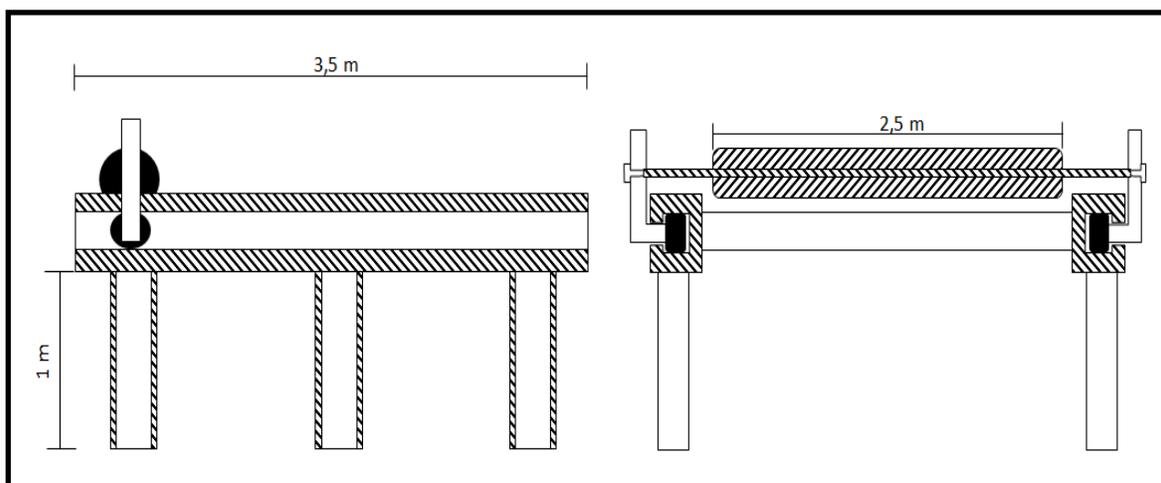
madera frotándolo sobre la superficie de forma consecutiva hasta eliminar todos los pliegues, sin embargo esta operación además de no agregar valor al producto posee un gran duración ya que el operador debe eliminar todos los pliegues y somete al operador a realizar movimientos de 5to orden durante el mayor tiempo de la operación.

#### **Propósito del dispositivo.**

El propósito del dispositivo es eliminar los pliegues del PVB sobre la lámina de vidrio crudo de una manera más rápida y sin someter a los operadores a movimientos de 5to orden además de liberar a uno de los operadores del cuarto de ensamble de una operación y así poder equilibrar la carga laboral.

#### **Funcionamiento del dispositivo.**

El dispositivo constara de dos perfiles C de 3,5 metros posicionados sobre 3 bases perfil H de un metro de alto en cada uno de los perfiles C estará una rueda giratoria de 4 pulgadas de donde se extiende una base para los rodillos que generaran la presión necesaria para eliminar los pliegues, la base para rodillos tendrá una agujeros a diversas alturas de 5 centímetros entre cada agujero, rodillo será de 3 metros de largo y una circunferencia de 25 centímetros de diámetro, de aluminio debido a que este material no contamina o produce alguna reacción con PVB el peso del rodillo será de 8 kg este peso se determinó mediante una prueba de ensayo y error en los que mediante rodillos de diversos pesos se aplanaba el polivinil hasta que este se asenté de forma correcta y fácil sobre la superficie del vidrio crudo.



**Figura 19.**Dispositivo de aplanado para el PVB

Material	Cantidades	Costo por unidad (Bs.F)	Costo Total (Bs.F)
Rodillo de aluminio	1	90.000	90.000
Carriles de hierro galvanizado	2	35.000	70.000
Ruedas de silicona	2	10.000	20.000
Brazos de hierro galvanizado	2	23.000	46.000
Mano de obra	-	54.000	54.000
<b>TOTAL</b>			<b>280.000</b>

**Tabla 22** Cantidades y costos de materiales para aplanador de PVB.

Con la implementación de estos dispositivos se reduce el tiempo que dura la operación en el cuarto de ensamble en un 80% de su tiempo de duración actual, gracias a esto se genera un ahorro de 9 minutos cada dos laminas de vidrio laminado, si se realizan actualmente 26 piezas de vidrio

laminado, entonces se tiene un total de 234 minutos de ahorro diario en tiempo perdido.

También se mejorará la postura ergonómica del operario, tanto recorridos innecesarios como movimientos disergonomicos en los operadores se ven reducidos en su totalidad evitando de esta manera trastornos musculo esqueléticos en el trabajador. Con todo esto se está eliminando el riesgo a recibir sanciones por parte de Inpsasel que varían entre 76 y 100 UT por trabajador, lo que sería un total en promedio de 15.576 Bs.F

De tal manera, se tienen los siguientes beneficios:

- Ahorro por evitar sanciones de Inpsasel por trabajador: 15.576 Bs por año
- Beneficio por aumento de la producción: Tiempo recuperado por día= 234 min/día

El Tiempo de ciclo es: 29 min/día

Entonces:

$$\frac{234 \frac{\text{min}}{\text{dia}}}{29 \frac{\text{min}}{\text{pieza}}} = 8.0689 \frac{\text{piezas}}{\text{dia}} \approx 8 \frac{\text{pieza}}{\text{dia}}$$

Tomando en cuenta los resultados obtenidos se determina que en el tiempo recuperado la empresa es capaz de procesar 8 láminas de vidrio, lo cual representa un total de 4 láminas de vidrio laminado, ya que una pieza de vidrio laminado esta compuesta de dos laminas de vidrio. Si el precio de venta de una pieza de vidrio laminado Blítec C.A. es de 60.000 Bs., entonces el beneficio diario es de 240.000 Bs.F por día. Si la empresa labora

5 días a la semana, entonces tenemos un beneficio anual de 62.400.000 Bs.F por año.

Al final tenemos un ahorro anual total de 62.400.000 Bs.F por año.

Asumimos una tasa mínima de rendimiento de 60% según la empresa, debido a:

- La inversión será financiada en su totalidad por capital propio, por lo cual para el cálculo del CC o costo de capital se usará el costo de oportunidad, el cual viene representado por la tasa pasiva actual en el país. En nuestro caso es de 16%
- El riesgo país según cifras del BCV es 50,4 %

Al llevarnos estos flujos al año 0 con la tasa mínima de rendimiento obtenemos: 6.417.224 Bs.F

#### **Relación Beneficio – Costo.**

Con este indicador obtendremos la rentabilidad de la propuesta, dividiremos el beneficio total entre el costo de la inversión:

$$Rbc = \frac{6.417.224 \text{ Bs. } F}{1.867.576 \text{ Bs. } F} = 3.43$$

Con este resultado se puede concluir que la inversión en esta propuesta es rentable

Finalmente se obtiene el tiempo de recuperación de la inversión que mostrará en cuantos días se recuperará el capital de la propuesta.

$$TRI = \frac{1.867.576 \text{ Bs. } F}{240.000 \text{ Bs. } F / \text{dias}} = 7,78 \text{ dias} \approx 8 \text{ dias.}$$

#### **V.4. Estrategia N°4: Plan de mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo tiene como finalidad establecer funciones orientadas a detectar y, o prevenir posibles fallas antes que estas se puedan presentar, manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación y de esta manera evitar paradas no planificadas y prolongadas, así como la eliminación de las demoras producto de las mencionadas paradas de las máquinas.

Actualmente la organización cuenta con un mantenimiento reactivo en el cual consiste en reparar las averías que se generan en el día a día, para luego solo esperar a que otro equipo falle y realizar la reparación del mismo.

##### **Fase 1. Planificación por parte de la gerencia del mantenimiento preventivo en la organización.**

Tomada la decisión por parte de la gerencia de implementar el mantenimiento preventivo a las facilidades presentes en la línea de producción se realizara una planificación con motivo de implementar una estrategia de la mejor forma posible y así contar con que se acoplara de manera fácil al modelo de trabajo de la organización.

En esta fase se establecerá el cómo se realizara cada actividad involucrada en el plan de mantenimiento preventivo.

1. Informar a todos los integrantes de la organización acerca de la implementación del mantenimiento preventivo mediante una declaración por parte del gerente general.
2. Designación de un líder de mantenimiento encargado de transmitir las ideas del plan de mantenimiento preventivo hacia la fuerza laboral, para crear una cultura dentro de la organización y que este no se perciba como un programa eventual.

3. Capacitar al coordinador de mantenimiento en aspectos de técnicos y gerenciales acerca de la prevención de fallas y mantenimiento preventivo.
4. Establecer un cronograma de actividades para poder introducir la filosofía del mantenimiento preventivo a la organización de manera flexible. En este cronograma se contemplaran las fechas de actividades como charlas informativas a todos los involucrados en el proceso de producción (ver tabla 17).

**Tabla 23.** Cronograma de actividades.

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Semana</b>
Selección del coordinador de mantenimiento	Gerente general	Semana 1
Jornada de información acerca del mantenimiento preventivo.	Coordinador de mantenimiento	Semana 1
Conformación de equipo de mantenimiento preventivo.	Coordinador de mantenimiento	Semana 2
Reunión de planificación de curso de mantenimiento preventivo.	Equipo de mantenimiento preventivo	Semana 3
Curso de mantenimiento preventivo dirigido a todos los operadores.	Equipo de adiestramiento MultiSkill.	Semana 2, 3, 4, 5, 6 y 7

5. Determinar los recursos que se destinaran para la implementación del plan preventivo de mantenimiento, tanto recurso humano como insumos requeridos para la puesta en marcha de esta estrategia.

## **Fase 2. Implementación del plan de mantenimiento preventivo.**

En esta fase será la introducción del mantenimiento preventivo en proceso de producción como una actividad que forma a ser parte del día a

día de la organización, para lo cual se ejecutarán las tareas agendadas en el cronograma de la fase anterior.

1. Selección del personal que conformara el Equipo de mantenimiento, este equipo además de estar conformado por el coordinador de mantenimiento también de contar con los siguientes profesionales:

- Mecánico
- Electricista.
- Electromecánico.
- Soldador.
- Ayudante de servicios generales.
- Supervisor de mantenimiento.

El personal puede ser seleccionado de los miembros existentes de la organización de no poseer con las exigencias académicas o de experiencia (técnico superior o ingeniero para el puesto de supervisor de mantenimiento) se realizara un reclutamiento en cual el departamento de recursos humanos efectuara la selección.

2. capacitación del personal operativo y administrativo acerca del plan de mantenimiento que se implementara, esta será impartida por parte de un equipo de adiestramiento de la empresa MultiSkill el cual cuenta con sus instalaciones en la Urb. Lomas del este, Av. Rosario, torre trébol, piso 3. Esta ofrece certificación de cada uno de sus cursos.

A continuación de muestran los cursos en los cuales se desea capacitar al personal de la organización.

**Tabla 24.** *Cursos para la capacitación del personal.*

<b>Curso</b>	<b>Dirigido a</b>	<b>Duración</b>
Control y reducción de costos de mantenimiento	Gerente general, Coordinador de mantenimiento	8 horas
Gestión efectiva de mantenimiento.	Gerente general, Coordinador de mantenimiento, jefe de producción, equipo de mantenimiento.	16 horas
Buenas prácticas de mantenimiento.	Coordinador de mantenimiento.	24 horas
básico de mantenimiento	Personal obrero	16 horas
Mantenimiento de limpieza de oficinas	Personal administrativo y equipo de limpieza	8 horas
Plomería e instalaciones	Equipo de mantenimiento	16 horas.
Programa de soldadura	Equipo de mantenimiento	24 horas
Métodos de trabajo de mantenimiento	Equipo de mantenimiento	16 horas
Mantenimiento preventivo y predictivo	Equipo de mantenimiento	16 horas

- establecer actividades de mantenimiento preventivo para los equipos de producción y manejo de materiales realizadas por el equipo de mantenimiento tomando en cuenta que no interfieran de manera crítica a las labores diarias de la organización.

**Tabla 25.** Cronograma de mantenimiento preventivo a los equipos de la línea de vidrio laminado.

Área	Equipo	Frecuencia	Prioridad
Lavado	Grúa # 1	Semanal	Alta
	Mesa batiente	Semanal	Media
	Rodillos activados	Mensual	Media
Cuarto de ensamble	Rodillos activados	Mensual	Baja
	Grúa # 2	Semanal	Alta
	Aires acondicionados	Semanal	Alta
Horno	Hornos	Mensuales	Alta
	Rodillos	Semanal	Alta
Autoclave	Grúa # 3	Semanal	Alta
	Mesa batiente	Semanal	Alta
	Bombas hidráulicas	Mensuales	Baja
	Horno autoclave	Mensuales	Media

Las actividades que se realizarán para el mantenimiento serán:

**Revisión del equipo:** Consiste en la evaluación completa acerca del funcionamiento del mismo con la finalidad de obtener un diagnóstico acerca de su estado por parte del técnico encargado, este diagnóstico se basa en la revisión del cumplimiento de parámetros establecidos para su correcto funcionamiento, revisión tanto mecánica como eléctrica.

**Registro de fallas notificado por el operador:** Los operadores que manejen el equipo deben de hacer registro de cada falla detectada del mismo, esto con la finalidad de darle al técnico una hoja de ayuda en referencia a fallas que haya tenido el equipo en tiempos anteriores y permita hacer diagnósticos más acertados según cada evaluación.

**Reemplazo de piezas en mal estado:** Realizar a tiempo el cambio de las piezas dañadas o en mal estado en el equipo, el técnico luego de realizar el

cambio de de hacer entrega al supervisor d producción la pieza reemplazada.

**Evaluación de la eficiencia de la máquina:** Una vez el equipo obtenga un diagnostico positivo se procede a realizar una prueba de eficiencia basados en los parámetros establecidos por el proceso.

Al finalizar el mantenimiento de cada uno de los equipos el supervisor de mantenimiento deberá hacer una evaluación del trabajo ejecutado por los demás miembros del equipo de trabajo.

### **Inversión de la estrategia.**

A continuación se presentan los costos de las capacitaciones y equipos necesarios para implementar el mantenimiento preventivo.

**Tabla 26.**Costos asociados a la implementación del mantenimiento preventivo

<b>Motivo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Número de empleados</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
<b>Cursos de 8 horas (*)</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>5.000</b>	<b>100.000</b>
<b>Cursos de 16 horas (*)</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>6.000</b>	<b>600.000</b>
<b>Cursos de 24 horas (*)</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>7.500</b>	<b>90.000</b>
<b>Máquina de soldar Tucson tolos (**)</b>	<b>1</b>	<b>N/A</b>	<b>180.000</b>	<b>180.000</b>
<b>Kit de herramientas (**)</b>	<b>2</b>	<b>N/A</b>	<b>60.000</b>	<b>120.000</b>
<b>Taladro DeWALT</b>	<b>1</b>	<b>N/A</b>	<b>140.000</b>	<b>140.000</b>
<b>TOTAL:</b>				<b>1.230.000</b>

### **Beneficios del mantenimiento preventivo.**

El mantenimiento preventivo genera muchos beneficios a la organización, tales como:

La reducción de averías en los equipos y con esto la reducción de paradas de planta no planificadas lo que lleva a disminuir las demoras generadas al solventar las averías de los equipos, utilizar de manera eficaz los equipos existentes alargando su vida útil y así evitar realizar inversiones no planificadas de adquisición de equipos nuevos para reemplazar aquellos que no pueden ser reparados, Promover la mejora continua, Conseguir un ambiente laboral entusiasta y generar un sentido de propiedad o pertenencia.

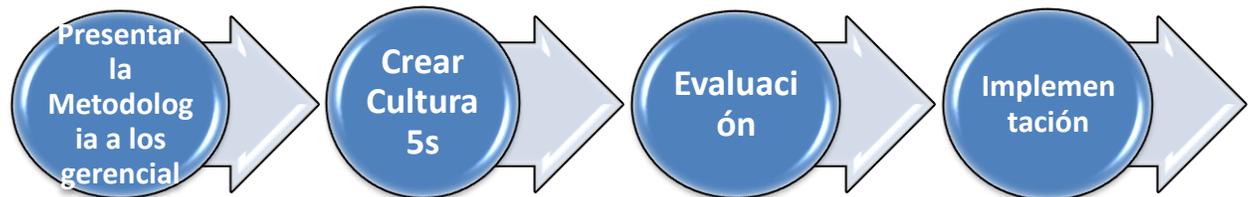
De forma monetaria el beneficio se dará reduciendo los tiempos de paradas no planificadas en un 100%, aumentando los tiempo de producción efectiva en 37 min diarios. En los cuales se podrá producir 2 laminas adicionales generando un ingreso de 120.000 bs.f. para recuperar la inversión en el siguiente periodo de tiempo:

$$\text{dias para la recuperacion} = \frac{1.239.000 \text{ Bs.F}}{120.000 \frac{\text{Bs.F}}{\text{dias}}} = 10,25 \text{ dias}$$

#### **V.5. Estrategia N°5: Propuesta de implementación de 5'S.**

El propósito de la implementación nace de una situación de desorden, que va en detrimento el buen funcionamiento de la empresa, es válido plantear la metodología 5s cuyos propósitos fundamentales son: mejorar la limpieza y el orden de las operaciones, aumentar la eficiencia en el desarrollo de las actividades laborales, disminuir los costos de operación y proporcionar un ambiente limpio, agradable y seguro para los trabajadores. A tal efecto que ayuda a los empleados apropiarse de normas de disciplina y por ende mejora su estado de ánimo y moral. Lo anterior se consigue cuando los gerentes y subalternos gozan de una gama de información amplia que les permite concienciarse acerca de los beneficios que proporciona la metodología en referencia.

Dicho esto se muestra de forma exhaustiva el desarrollo de la propuesta para la empresa objeto de estudio Blitec. C.A:



### **Presentar la metodología a nivel Gerencial:**

Los investigadores, solicitan ante el nivel gerencial Sr Juan Sánchez, un conversatorio con el fin de informar los beneficios que proporciona la implantación de la metodología 5S.

Posterior a la aceptación de la gerencia se acordó el día la hora y el lugar para presentar la información.

Se presentó la agenda de trabajo, con los puntos a tratar:

- Beneficios de la Implementación de la metodología 5S
- Aceptación y Compromiso de la empresa
- Dar a conocer los perfiles de líder para este tipo de actividad.
- Pre-selección de líderes.

### **Objetivo General de la implementación de las 5's**

Mejorar las condiciones de las áreas de trabajo para un funcionamiento más eficiente que facilite la organización, limpieza y estandarización de los puestos de trabajo de la empresa Blitec, C.A.

### **Alcance de las 5´s**

De acuerdo a las particularidades y la simplicidad de las 5´s se ha establecido aplicarla a lo largo del proceso de producción de Blitec C.A., considerando todo el espacio físico de la planta y el área administrativa.

### **Requisitos para la aplicación de las 5´s**

Para la aplicación de 5´s es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos:

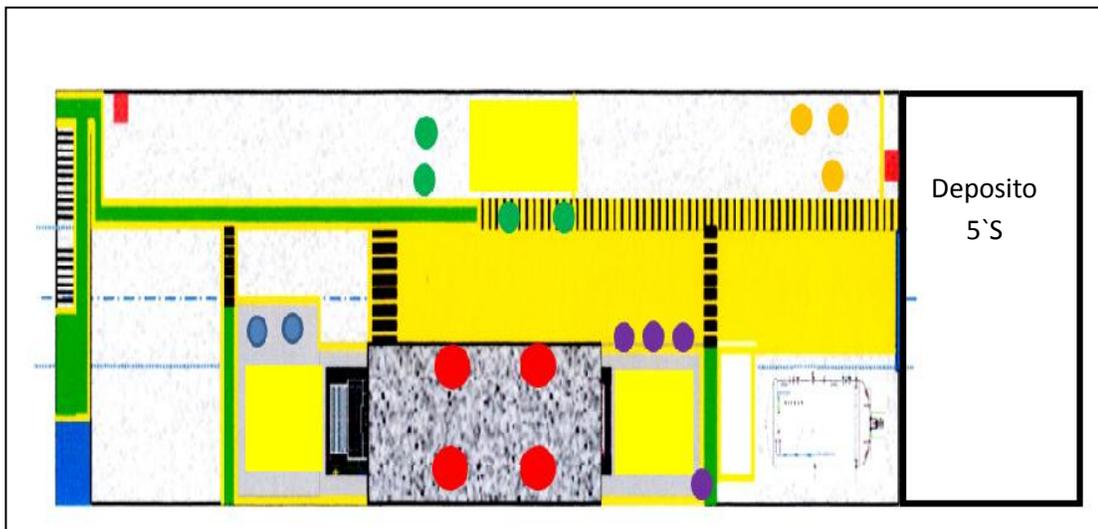
- Cumplir con el orden de aplicación de cada una de las 5´s con el fin de obtener resultados lógicos y coherentes que conlleven a la estandarización y autodisciplina en la organización del puesto de trabajo.
- Disponer de un sitio concreto para la colocación y acopio de materiales innecesarios en los sitios de trabajo, se habilitará un espacio externo en la parte lateral derecha del galpón con un área de 18 m<sup>2</sup> la cual actualmente no se utiliza para un fin en específico (ver figura 16).

### **Fases para la implementación de las 5´s**

- Designar equipo 5´s.
- Adiestramiento: capacitar a todo el personal para conseguir el ambiente de calidad requerido por la organización.
- Implantación 5´s: clasificar, ordenar, limpiar, disciplina, constancia, y estandarización.
- Auditorías del sistema 5´s.

### Equipo de implementación 5´s

- La gerencia deberá escoger un Coordinador y 3 Colaboradores (uno por cada área) para desarrollar, implementar y mantener el sistema 5´s. Sus funciones son: coordinar las actividades de ejecución para la implementación, crear planes de acción y llevar los registros y documentos del programa 5´s.



*Figura 20. Ubicación del depósito para la implementación 5`S.*

### Entrenamiento del personal involucrado

Se debe capacitar a los empleados en las nociones básicas de 9´s, sus características y beneficios principales. La capacitación se desarrolla en las siguientes etapas:

- Escrito: se debe entregar a cada uno de los integrantes del proceso un prospecto que incluya ¿Qué es 5´s?, objetivos, características, Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke y beneficios. Este material será elaborado en la gerencia administrativa de la empresa y entregado al todo el personal.

**Capacitación:** se llevará a cabo una curso teórico – práctico con ejemplos adaptables al puesto de trabajo, donde se expliquen las definiciones y se creen responsabilidades específicas para los diferentes sitios de trabajo.

Posteriormente se efectuará un taller, en el cual de acuerdo al progreso alcanzado con el primer adiestramiento, se esclarezcan las dudas y se consoliden los conocimientos. Esta capacitación se llevará a cabo en las oficinas del área administrativa de Blitec, C.A. y para desarrollarla se contratará a la empresa Gestión y Talento Consultores, C.A. la cual proporcionará los equipos audiovisuales (computadora portátil, reproductor multimedia, cornetas) En la tabla se muestra un cronograma de dicha capacitación.

**Tabla 27.** *Cronograma de Capacitación.*

<b>Actividad</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Participantes</b>	<b>Recursos</b>	<b>¿Cuándo?</b>
<b>Escrito</b>	Instruir al personal acerca de la metodología 5`S	Gerentes (2) Secretaria Supervisores Operarios (18)	Computadora e Impresora Hojas Carpetas	Semana 1
<b>Curso</b>	Dar inicio al desarrollo de competencias, con base en los principios y técnicas de 5`s	Gerente de operaciones Secretaria Supervisores Operarios (9)	Reproductor Multimedia Laptop Hojas (120) y Lápices (12)	Viernes semana 2 y 3, 4 horas Horario 1pm – 5pm
<b>Curso</b>	Dar inicio al desarrollo de competencias, con base en los principios y técnicas de 9`s	Gerente de ventas Supervisores Operarios (9)	Reproductor Multimedia Laptop Hojas (110) y Lápices (11)	Viernes semana 4 y 5, 4 horas Horario 1pm – 5pm
<b>Curso</b>	Dar inicio al desarrollo de	Operarios (18)	Reproductor Multimedia	Viernes semana 6 y 7,

	competencias, con base en los principios y técnicas de 5's		Laptop Hojas (180) y Lápices (18)	4 horas Horario 1pm – 5pm
<b>Taller</b>	Consolidar conocimientos y prácticas acerca de la metodología 3's	Gerente de ventas Supervisores Operarios (9)	Reproductor Multimedia Laptop Hojas (110) y Lápices (11)	Viernes Semana 8 3 Horas Horario 2pm - 5 pm
<b>Taller</b>	Consolidar conocimientos y prácticas de la metodología 5's	Gerente de operaciones Secretaria Supervisores Operarios (9)	Reproductor Multimedia Laptop Hojas (120) y Lápices (12)	Viernes Semana 9 3 Horas Horario 2pm - 5 pm
<b>Taller</b>	Consolidar conocimientos y prácticas acerca de la metodología 5's	Operarios (18)	Reproductor Multimedia Laptop Hojas (180) y Lápices (18)	Viernes Semana 10 3 Horas Horario 2pm - 5 pm

### **Implementación de las 5's**

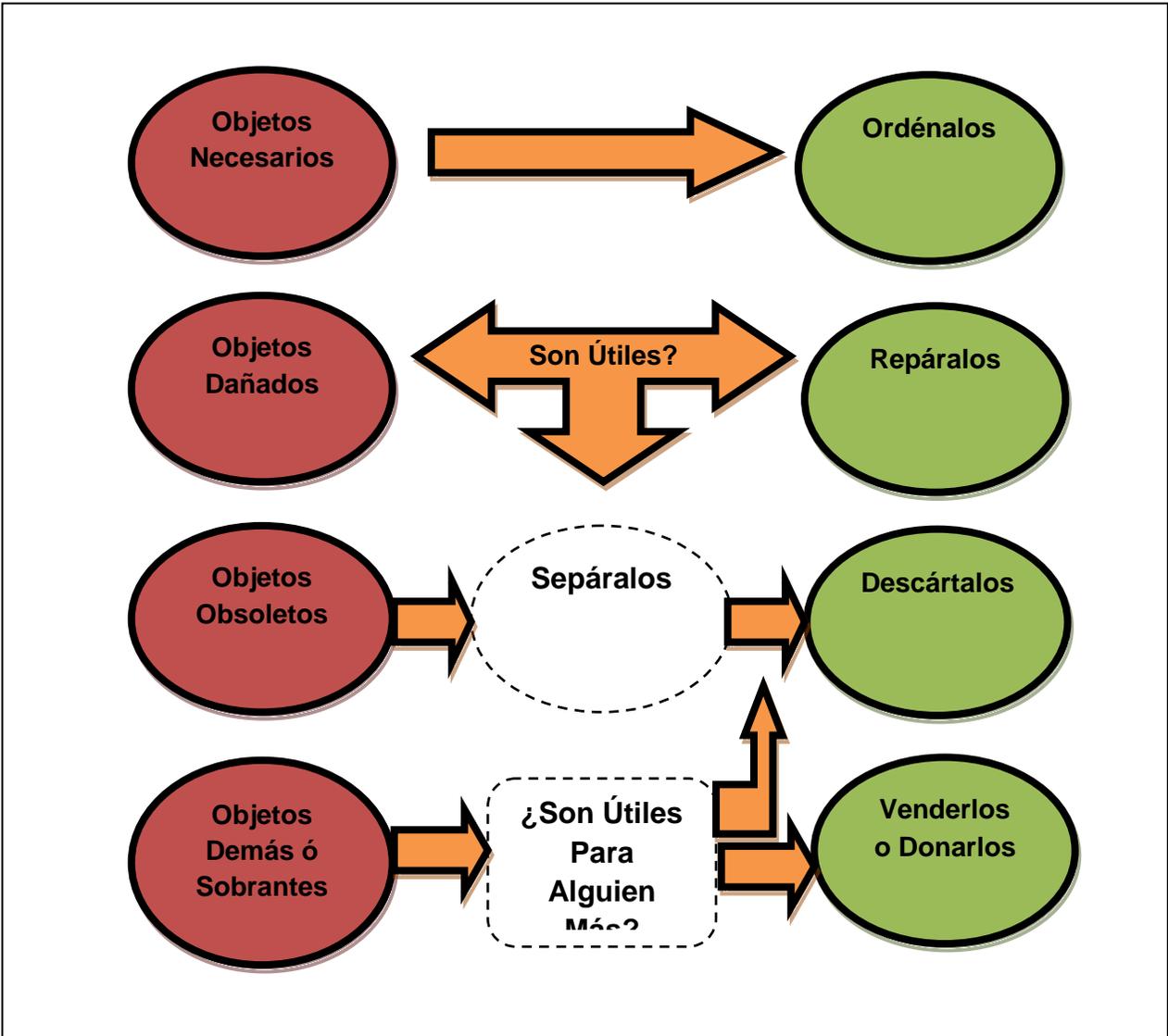
Esta etapa es de vital importancia, es aquí donde el coordinador 5's conjuntamente con los colaboradores toma las medidas adecuadas y las modificaciones concretas para solucionar todos los problemas que fueron observados y analizados en la empresa. Es elemental detallar cada una de las 5's y sus diversas actividades, las cuales se describen a continuación:

### **Clasificar "Seiri"**

Esta es la primera fase de la implementación de la metodología 5's, se deben establecer criterios para separar o clasificar, considerando que el personal que trabaja en cada área específica, es el que puede señalar si algo es necesario o innecesario.

Se tomara en cuenta criterio de clasificación para la disposición final del producto según sus características.

Posteriormente se procede a diseñar tarjetas de notificaciones, o tarjetas rojas, aquí se identificarán los elementos innecesarios, y se justificara el motivo por lo que entra en esta especificación y cualquier otra información que sea relevante



**Figura 21. Criterios para Clasificar Elementos.**

	
<b>Tarjeta Roja</b>	
Nombre del Artículo:	
Categoría :	1: Herramienta 2: Instrumento de medición 3: Materia Prima 4: inventario en proceso 5: Producto terminado 6: Equipo de oficina 7: Material químico
Cantidad:	
Razón:	1: No se necesita 2: Defectuoso 3: No se necesita Pronto 4: Material de desperdicio 5: Contaminante 6: Otros: _____ _____ _____ _____
Desecho	1: Tirar 2: Vender 3: Otros : 4: Mover áreas de Tarjeta rojas
Elaborado por:	
Fecha de despacho:	
Autorizado por	

**Figura 22. Tarjeta Roja de Identificación de Elementos Innecesarios**

Los elementos Innecesarios de cada puesto de trabajo (etiquetas rojas) son retirados, y serán llevados al depósito previamente acondicionado para tal fin (ver figura 19), y se almacenan por un período breve hasta decidir su destino final.

Una vez establecidos los criterios se procede a realizar la clasificación de los elementos existentes en cada área. La actividad la llevarán a cabo los operarios y el responsable será el supervisor del área correspondiente, quien se encargará de entregar a cada participante un formato de una plantilla para la totalización de los elementos innecesarios que se han detectado a lo largo del proceso de calificación.

**Tabla 28.** *Formato Para Totalización de Elementos Innecesarios.*

Implementación de Seiri

Departamento: \_\_\_\_\_

<b>ELEMENTO INNECESARIO</b>	<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **de** \_\_\_\_\_

**Nombre del Evaluador:** \_\_\_\_\_

## Organizar “Seiton”

Una vez culminada la clasificación de los elementos se debe proceder a organizar el área de trabajo. Los elementos de uso poco frecuente serán colocados en áreas destinadas para almacenamiento fuera del puesto de trabajo (ver figura 19). Los elementos de uso frecuente se ubicarán en el puesto de trabajo, en las áreas que poseen mesas estarán en el compartimiento inferior, mientras que en las áreas con maquinaria se colocarán en una mesa metálica al lado de la máquina. Los elementos se organizarán de tal forma que se puedan ubicar fácilmente y siempre se encuentren a disposición del trabajador, permitiendo minimizar los tiempos de búsqueda de los mismos.



**Figura18.** Racks de Almacenamiento Para Elementos de Poco Uso Fuera del Puesto del Trabajo.

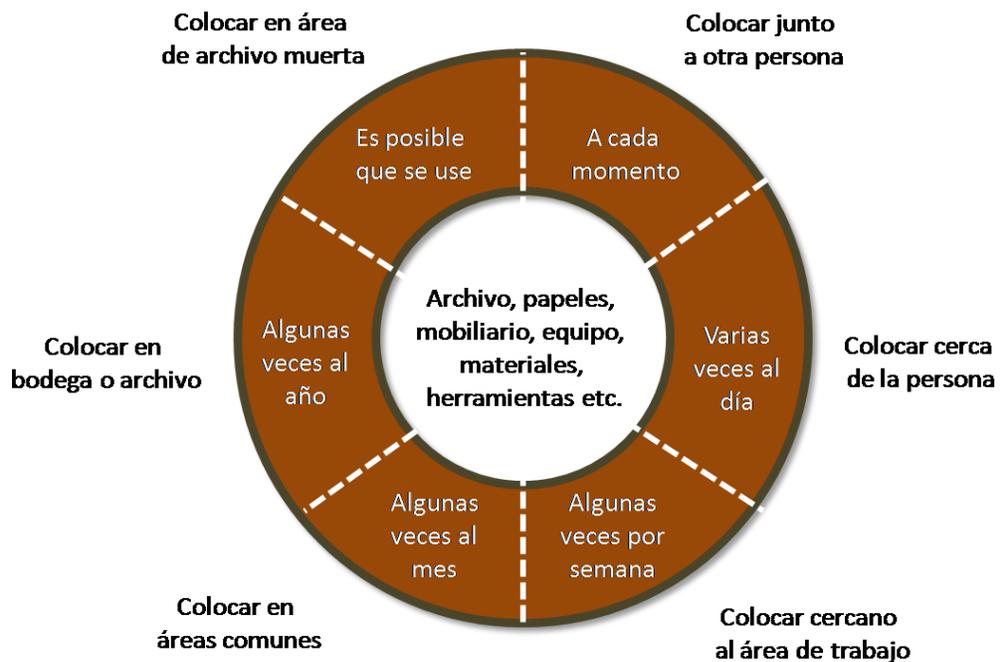
Al llevar a cabo la organización se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Establecer el sitio para cada elemento por áreas: se propone una reubicación de elementos de acuerdo al criterio de frecuencia de uso

y que puedan ser ubicados sin dificultad (ver figura 19). La reubicación será realizada por los operarios por lo cual no generará costos de mano de obra adicionales y todos los elementos son los existentes en las áreas.

- Identificar los estantes, armarios y otras estructuras utilizados para el almacenamiento: se colocarán etiquetas para identificar los sitios de resguardo tanto de materiales como herramientas. Las etiquetas serán diseñadas en computadora, impresas en cartulina y forradas con papel contact transparente. Estas etiquetas tendrán los nombres tanto de materia prima como de herramientas para cada elemento de almacenamiento.

Una vez seleccionados los objetos necesarios se pueden ubicar por frecuencia de uso, siguiendo como referencia la figura 18.



**Figura 19.** Ubicacion de Los Objetos Según Su Frecuencia De Uso.

## Limpieza “Seiso”

La limpieza es muy importante para lograr eficiencia y seguridad en el lugar de trabajo, esta debe ser responsabilidad de todos los que laboran allí. Los hábitos de limpieza rutinaria antes y después de la jornada deben ser acordados con los trabajadores.

El coordinador 5´s debe planificar una jornada para la primera limpieza la cual será realizada por los operarios en su área respectiva, siendo el responsable el supervisor de la misma. Para llevar a cabo de manera eficiente la limpieza se ha elaborado un cronograma resumido en la tabla 18, este plan será aplicado a cada una de las áreas en el mismo se detalla: que ¿se va a limpiar?, ¿cómo se va a realizar?, ¿Qué elementos se utilizarán? Y ¿cuándo?

**Tabla 29. Cronograma de Limpieza.**

¿QUÉ SE VA A LIMPIAR?	¿CÓMO?	MATERIALES Y EQUIPOS	¿CUÁNDO?
Piso, superficies, paredes, ventanas y puertas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recoger y botar la basura.</li> <li>2. Limpiar superficies con paños.</li> <li>3. Quitar polvo de ventanas, paredes y puertas.</li> <li>4. Barrer.</li> <li>5. Aplicar productos limpiadores, desinfectantes y desengrasantes donde persista la suciedad.</li> </ol>	Paños amarillos, bolsas de basura, cepillos de barrer, palas, haragán, lampazo, limpia vidrios, jabón líquido, desinfectante y desengrasante.	Semana 10 Día Viernes Horario: 1:00 pm – 5:00 pm
Herramientas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Quitar polvo de herramientas y sitios de almacenamiento de las mismas.</li> <li>2. Limpiar con paños utilizando desinfectantes y desengrasantes.</li> <li>3. Ubicar los elementos en su sitio correspondiente.</li> </ol>	Cepillos, paños amarillos, bolsas, desinfectante, desengrasante.	Semana Día Sábado Horario: 1:00 pm – 5:00 pm
Equipos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpiar residuos o virutas con un cepillo.</li> <li>2. Retirar objetos o trapos de las adyacencias de los equipos.</li> <li>3. Limpiar aceites o grasas de las superficies con un paño y productos desengrasantes.</li> </ol>	Cepillos, paños amarillos, bolsas, desengrasante.	Semana Día Sábado Horario: 1:00 pm – 5:00 pm

Una vez realizada la limpieza la primera vez, se debe mantener a fin de conservar el buen aspecto de la planta por lo que se recomienda ejecutar la limpieza general mensualmente. Adicionalmente, cada operario es responsable de limpiar su puesto de trabajo al terminar la jornada. Se ha desarrollado un formato de verificación (ver figura 18) mediante el cual el supervisor evaluará el área una vez realizada la limpieza general.

<b>FORMATO DE LIMPIEZA GENERAL</b>		
AREA:	RESPONSABLE:	
PROCESO:	FECHA:	
SUPERVISOR:		
<b>LIMPIEZA GENERAL DE:</b>		
ESPACIO	<input type="checkbox"/>	
HERRAMIENTAS	<input type="checkbox"/>	
EQUIPOS	<input type="checkbox"/>	
OTROS(Especifique):		
Herramientas:		
Materiales:		
<b>VERIFICACION</b>		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿Se observa polvo, telaraña o algún signo de mugre?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Existe basura o residuos en el área?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Hay desperdicios de material?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Los elementos están en su lugar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Figura 23.** Formato de Limpieza.

### Estandarización “Seiketsu”

Para conservar las mejoras conseguidas con la implementación de la metodología 5´s en Blitec, C.A. es indispensable estandarizar los procesos identificados como las mejores prácticas dentro de la empresa. Se requiere que la gerencia se comprometa para garantizar la continuidad de la filosofía.

Los aspectos a tomar en cuenta en esta etapa son:

- Se debe llevar un registro de todas las acciones que se han llevado a cabo y han facilitado el avance de la implementación de la metodología con los resultados obtenidos, para ello se propone un formato (ver figura 20) y el coordinador 5´s será responsable de realizar los registros mensualmente.
- Aplicar el procedimiento de limpieza establecido cada 3 meses (ver tabla 18).

PLAN DE ACCION				
Fecha:			Responsable:	
Nº de Revisión:				
Nº	AREA	DESCRIPCION DEL PROBLEMA	ACCION CORRECTA	RESPONSABLE

**Figura 24.** Formato de registro 5´s.

### Disciplina “Shitsuke”

Con la participación del personal alcanzada en las primeras etapas de implementación de 5’s, es imprescindible mantener el compromiso con el proyecto. El cumplimiento de las normas implantadas por parte de los empleados durante el progreso del proyecto es necesario para garantizar la efectividad del mismo.

La disciplina constituye hacer un hábito en el sostenimiento correcto de los procedimientos. Es necesario establecer medios para estimular el desarrollo de la disciplina. Una de las actividades recomendadas para esta etapa es efectuar concursos para recompensar al área **destacada en mantener el esquema de 5’s**. El gerente de operaciones será el encargado de verificar cada puesto de trabajo mediante un formato **de cumplimiento (ver figura 21)**, el que obtenga mayor puntaje recibirá un incentivo de un día de permiso remunerado. Esta actividad se recomienda llevarla a cabo mensualmente durante 6 meses a partir de la primera jornada de limpieza hasta consolidar la implementación de la metodología, posteriormente se puede evaluar disminuir la frecuencia a cada 3 meses.

FORMATO DE CUMPLIMIENTO ORDEN Y LIMPIEZA								
AREA:			RESPONSABLE:					
PROCESO:			FECHA:					
ORDEN Y LIMPIEZA GENERAL			NIVEL DE CUMPLIMIENTO					
ESPACIO	BAJO	<input type="checkbox"/>	MEDIO	<input type="checkbox"/>	ALTO	<input type="checkbox"/>	N/A	<input type="checkbox"/>
HERRAMIENTAS	BAJO	<input type="checkbox"/>	MEDIO	<input type="checkbox"/>	ALTO	<input type="checkbox"/>	N/A	<input type="checkbox"/>
EQUIPOS	BAJO	<input type="checkbox"/>	MEDIO	<input type="checkbox"/>	ALTO	<input type="checkbox"/>	N/A	<input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES:								
PUNTAJE PROMEDIO:								
BAJO	1	MEDIO	2	ALTO	3	N/A	0	

**Figura 25.** Formato de Evaluación de Cumplimiento

Para llevar a cabo la implementación de esta metodología la empresa debe incurrir en una inversión de 630.000 Bs.F, tomando en cuenta que la misma genera como resultados la reducción de los tiempos empleados las demoras por búsquedas de materiales en un 40%, de 1400,2 min/mes a 840,12 min/mes generando un tiempo para producción adicional de 560,08 min/mes. . para recuperar la inversión en el siguiente periodo de tiempo:

$$\text{días para la recuperacion} = \frac{630.000 \text{ Bs. F}}{60.000 \frac{\text{Bs. F}}{\text{días}}} = 10,5 \text{ días}$$

#### **V.6. Estrategia N°6: Diseño de un sistema de Indicadores de Gestión.**

En la actualidad el proceso de elaboración de vidrio laminado en BLITEC no cuenta con indicadores de gestión que permitan un monitoreo de los niveles de eficiencia de la fábrica, esta estrategia pretende establecer ser un sistema el cual mediante indicadores basados en los desperdicios identificados por la metodología ESIDE puedan brindar información precisa del estado del proceso de vidrio laminado.

Estos indicadores complementaran las estrategias desarrolladas anteriormente y servirán para determinar el impacto que estas produzcan en la organización ya que estas propuestas no tienen razón de ser si no generan un aumento en la productividad. Los indicadores que se desarrollaran deberán responder las siguientes preguntas:

¿Es fácil de medir? ¿Se mide rápidamente? ¿Proporciona información relevante en pocas palabras? ¿Se grafica fácilmente?

Sabiendo que si las respuestas a estas preguntas son afirmativas, estamos en presencia de un indicador apropiado. Además estor serán

seleccionados y clasificados dependiendo de su misión o alcance dentro del proceso de vidrio laminado.

#### **Indicadores de entrada:**

Estos tienen como función monitorear los elementos que ingresan al proceso como materia prima, ordenes de producción, personal y facilidades que requiere el proceso.

#### **Indicadores de proceso:**

Estos indicadores brindaran información acerca de la eficiencia del proceso y así poder mantener seguimiento del crecimiento productivo para asegurar que el producto final cumple con las especificaciones que satisfacen al cliente. Estos indicadores estarán divididos dependiendo de su vigencia en permanentes y temporales:

Los permanentes o también llamados indicadores de proceso se medirán de forma sistemática a partir de su implementación para mantener un conocimiento exhaustivo de la eficiencia del proceso y por un tiempo indefinido o hasta que sea reemplazado por algún otro que genere aún más información para la gerencia de la organización mientras que los temporales se establecerán y seguirán en el momento en que se generen cambios y así poder llevar un registro del comportamiento de dichos cambios estos indicadores también se pueden presentar como indicadores de resultados

#### **Indicadores de salida.**

El motivo de estos indicadores es monitorear las características que posee el producto terminado, para tener la seguridad de que el producto entregado a los clientes cumple con las especificaciones deseadas.

## **Indicadores de gestión.**

Los siguientes indicadores son diseñados a la par de los siguientes métodos estratégicos para su definición.

- **Identificación de los objetivos estratégicos de la organización.**

La identificación de los objetivos estratégicos viene asociada de la misión, visión, valores y políticas de la empresa. En BLITEC los indicadores funcionaran como un sistema el cual brinde una imagen sólida, transparente, consistente, fuerte y segura a la organización, produciendo vidrios de alta calidad y trabajando para convertirse en la mejor alternativa en fabricación de vidrios laminados siempre contando en la eficiencia y efectividad de los equipos, el personal y los métodos de trabajo del proceso.

- **Diseñar indicador:**

**a) Definición del indicador:** La definición del indicador establecerá si el valor que este expresara será de forma cuantitativa o cualitativa, después de realizar el análisis de situación actual lo más conveniente es que los indicadores expresen un valor cuantitativo.

**b) El objetivo:** El objetivo que tendrán los indicadores del sistema de gestión es minimizar o eliminar todos aquellos desperdicios o eventualidades que pueden afectar el entorno productivo de la organización así como también maximizar la productividad del proceso de BLITEC y así poder seleccionar y combinar acciones preventivas y

correctivas en una sola dirección el aumento de la productividad.

- c) Valor de referencia:** debido a que la implementación del sistema es el aumento de la productividad reduciendo los desperdicios del proceso, la medición se basara en realizar una comparación de los valores históricos del indicador para así poder observar la tendencia de los indicadores, proyectar o calcular valores esperados para determinados periodos, conocer la variación de los resultados, determinar la capacidad real y actual e informar si el proceso está bajo control.
- d) Meta:** El fin del sistema de gestión es aumentar la productividad de la organización como meta se expone un 30% en el aumento de la productividad estableciendo una meta fácil de medir tomando en cuenta La producción total mensual entre las horas de trabajo efectivas, y comparándola con un promedio del registro de los últimos 4 meses del año 2016. El tiempo en que se desea llegar a esta meta es de 5 meses dando la oportunidad de que las acciones de mejora continua den un resultado claro al proceso de vidrio laminado volviéndola retardadora pero alcanzable.
- e) Responsabilidad:** Los indicadores contarán con departamentos encargados de velar por el correcto monitoreo del proceso por parte de los mismos, a su vez cada departamento elegirá a un coordinador de indicadores el cual se encargara de producir información asociada del indicador, recolectar la información para el registro de los indicadores, analizar la información que brinden los

indicadores, administrar la base de datos asociadas a dicha información, calcular el indicador, preparar y presentar reportes informes relacionados con el indicador a la junta directiva.

**f) Puntos de medición:** se establecerán de forma clara y concisa en que parte del proceso se llevaran la medición del indicador.

**g) La Periodicidad:** El tiempo con el que contarán los coordinadores de indicadores dependerá del indicador, para los indicadores que dependen de la producción diaria su registro será llevado a cabo de manera diaria al finalizar la jornada mientras que los asociados con los aspectos administrativos se hará la recolección de datos de manera mensual, la presentación del registro y análisis de los indicadores se llevara a cabo en el primer día hábil de cada mes, en una reunión de auditoría de indicadores en la cual cada coordinador presentara los indicadores a bajo su responsabilidad a la junta directiva.

**h) Sistema de procesamiento:** Los coordinadores de indicadores deberán vaciar los registros en una base de datos de Excel debido a la facilidad con que esta se puede manejar y estos se expondrán en graficas sencillas de líneas o barras en las cuales el valor de los indicadores se expondrá de forma mensual.

- **Ajustar el Sistema de Indicadores de Gestión**

Luego de seleccionar los indicadores y realizar las respectivas mediciones se realizaran ciertos cambios en la base de los indicadores como su valor de referencia, su periodicidad o sus

puntos de medición, con motivo de trabajar con un indicador eficiente en todos los aspectos.

- **Estandarizar y formalizar el indicador**

Una vez diseñado y adecuado el indicador este se debe presentar de manera formal ante toda la organización ya se mediante memos o publicaciones en carteleras informativas. Los indicadores se presentaran en una ficha técnica con toda su información como la presentada a continuación:

**Tabla 30. Ficha técnica de los indicadores**

Nombre del Indicador	<i>Indique el nombre del Indicador, debe ser concreto</i>		
Objetivo	<i>Indique el fin perseguido. Describa el mejoramiento que se busca y el sentido de esa mejora. (Maximizar, Minimizar, Eliminar, Incrementar, entre otros)</i>		
Proceso	<i>Indicar el proceso o subproceso</i>	Dueño	<i>Indique el nombre de la persona responsable del Proceso.</i>
Frecuencia	<i>Defina el periodo de realización de la medición y de revisión de los resultados</i>		
Fórmula de cálculo	<i>Indique la formula o método usado para el calculo del indicador en cuestión, se introducen datos (cuantitativos o cualitativos) y se obtienen resultados (cuantitativos o cualitativos).</i>		
Unidad	<i>Indicar unidad de medición (resultado de la fórmula de cálculo)</i>	Meta	<i>Valor esperado del resultado</i>
Tipo de Indicador	<b>Naturaleza</b>	<b>Proceso o Resultado</b>	<b>Vigencia</b>
	<i>Indicar si es de Eficacia, Eficiencia, Efectividad, Productividad, Calidad, Economía e Impacto.</i>	<i>Indicar si es un Indicador de Procesos o de Resultado</i>	<i>Indicar si es un Indicador Permanente o Temporal</i>
Generado por	<i>Indicar el nivel involucrado con la generación del Indicador: Estratégico, Funcional u Operativo</i>		
Revisado por	<i>Indicar el nivel involucrado con la revisión del Indicador: Estratégico, Funcional u Operativo</i>		

## Indicadores

### 1) Porcentaje de ordenes no atendidas:

En la actualidad un gran número de órdenes son rechazadas debido a que la capacidad actual o al desconocimiento de la capacidad máxima no permite aumentar la producción y de igual manera no permite aumentar el ingreso mensual que se generaría al satisfacer un nivel mayor de las ordenes

de los clientes además de aumentar la posibilidad de perder clientes en un futuro. A continuación se presenta la ficha técnica del indicador porcentaje de órdenes no atendidas y con esta toda su información.

**Tabla 31.** *Ficha técnica porcentaje de órdenes no atendidas.*

Nombre de indicador	Porcentaje de órdenes no atendidas		
Objetivo	Disminuir la cantidad de órdenes que no pueden ser procesadas		
Proceso	Emisión de órdenes de Venta	Responsable	Coordinador de ventas
Frecuencia	La revisión de los datos y el vaciado de los registros se realizará de manera semanal		
Formula de calculo	$\frac{\text{numero de ordenes rechazadas}}{\text{numero de ordenes totales los clientes}} \times 100$		
Unidad	%	Meta	30% por encima del porcentaje de los últimos tres meses.
Tipo de indicador	Naturaleza	Proceso o Resultado	Vigencia
	Eficacia	Resultado	Permanente
Generador por	coordinador de ventas		
Revisado por	gerente de ventas		

### Importancia del indicador

Este indicador brindara información clara acerca de las órdenes que no son despachadas por la empresa y además de exponer el ingreso que la organización deja de percibir por la falta de producción, gracias a este indicador podremos determinar si las estrategias anteriormente presentadas han influido en el aumento de la productividad en la línea de vidrio laminado.

## 2) Cobertura del mantenimiento preventivo.

Aun cuando el mantenimiento preventivo cuenta con una programación establecida este puede llegar a no cumplirse debido a eventualidades que pueden ocurrir durante la jornada laboral. Mediante este indicador el coordinador de mantenimiento tendrá información clara acerca del desenvolvimiento del mantenimiento preventivo y así tener la seguridad de que se toma cualquier decisión de forma acertada con motivo de realizar una mejora.

**Tabla 32.** Ficha técnica porcentaje de órdenes no atendidas.

Nombre de indicador	Cobertura del mantenimiento preventivo		
Objetivo	Aumentar el porcentaje maquinas que son atendidas por el mantenimiento preventivo.		
Proceso	Mantenimiento preventivo	Responsable	Coordinador de mantenimiento
Frecuencia	La revisión de los datos y el vaciado de los registros se realizará de manera semanal		
Formula de calculo	$\frac{\text{número de equipos a los que se le realizo mantenimiento preventivo}}{\text{número de equipos programados para mantenimiento preventivo}} \times 100$		
Unidad	%	Meta	Reducir las paradas de planta por averías de equipo en un 30%
Tipo de indicador	Naturaleza	Proceso o Resultado	Vigencia
	Eficacia	Resultado	Permanente
Generador por	coordinador de mantenimiento, supervisor de mantenimiento		
Revisado por	gerente general		

### Importancia del indicador

Es de gran importancia conocer si las estrategias expuestas antes inciden de manera positiva en la organización por eso este indicador monitorea cuanto puede abarcar el mantenimiento preventivo en la organización.

### 3) Eficiencia de la mano de obra

Con este indicador el jefe de producción contara con un registro en el cual se plasmara la cantidad de láminas de vidrio que se producen por horas hombre y así poder conocer la capacidad a la cual trabajan los operadores en la jornada laboral

**Tabla 33.** Ficha técnica Eficiencia de la mano de obra.

Nombre de indicador	Eficiencia de la mano de obra		
Objetivo	Aumentar el porcentaje maquinas que son atendidas por el mantenimiento preventivo.		
Proceso	Mantenimiento preventivo	Responsable	Supervisor de producción
Frecuencia	La revisión de los datos y el vaciado de los registros se realizará de manera diaria		
Formula de cálculo	$\frac{\text{laminas producidas por jornada}}{\text{horas por jornada laboral} \times \text{numero de operadores}}$		
Unidad	$\frac{\text{unidades producidas}}{\text{horas-hombre}}$	Meta	Aumentarlas unidades a producir en un 30%
Tipo de indicador	Naturaleza	Proceso o Resultado	Vigencia
	Eficiencia	Proceso	Permanente
Generador por	Jefe de producción, supervisor de producción		
Revisado por	gerente general		

### Importancia del indicador

Mediante el indicador de eficiencia de mano de obra se podrá llevar un registro de acerca de la relación entre láminas de vidrio producidas y horas de jornada laboral diaria por hombre, con esta información se pueden

desarrollar acciones en cuanto a cantidad optima de operadores, incentivos a la fuerza laboral, cantidad de turnos laborales, duración de la jornada laboral, tiempos de ocio, entre otras.

#### **4) Productividad mensual.**

La productividad mensual se medirá en cuanto a unidades de vidrio laminado producidas por mes entre horas efectivas de producción al mes, el registro de las horas efectivas de producción lo realizara el supervisor de producción diariamente tomando los tiempos en los que la línea es detenida por cualquier eventualidad y sustrayéndolo a las horas de jornada laboral para luego cada final de mes hacer la sumatoria de las horas efectivas por diarias, de igual manera deberá llevar un registro diario de láminas que salen del proceso al almacén de producto terminado y luego a fin de mes registrar la producción mensual. Este indicador se encargara de medir la eficiencia del proceso de vidrios laminados para conocer a que tendencia se inclina la producción mes tras mes y así poder detectar si la productividad va en ascenso o descenso con tan solo mirar los registros históricos del indicador.

El objetivo del indicador es monitorear la producción mensual para generar acciones que aumenten la misma ya que esta se mide a través de las unidades que se despachan si esta aumenta entonces aumentarían los ingresos de la organización siguiendo el principios de la cadena de Deming esto traerá beneficios también a los trabajadores, a los proveedores y a los clientes.

**Tabla 34. Ficha técnica Productividad mensual.**

Nombre de indicador	Productividad mensual		
Objetivo	Aumentar el número de unidades producidas mensualmente.		
Proceso	Proceso de producción	Responsable	Supervisor de producción
Frecuencia	La revisión de los datos y el vaciado de los registros se realizarán de manera diaria con presentaciones a junta directiva mensualmente.		
Formula de calculo	<i>laminas producidas por mes</i> <hr/> <i>horas efectivas por mes</i>		
Unidad	<i>unidades producidas al mes</i> <i>horas efectivas al mes</i>	Meta	Aumentarlas unidades a producir en un 30%
Tipo de indicador	Naturaleza	Proceso o Resultado	Vigencia
	Eficiencia	Proceso	Permanente
Generador por	Jefe de producción, supervisor de producción		
Revisado por	gerente general		

### Importancia del indicador

Proporcionar información a todos los departamentos acerca del nivel de producción con que la organización se manejó cierto mes, además de observar su tendencias a través de varios periodos y así poder tomar decisiones en cuanto a la forma de producir ya que la empresa solo trabaja a contra pedido y si se aumentara la producción el sistema productivo tendría oportunidad de convertirse en un sistema más de empujar eliminando la gran cantidad de inventarios de materia prima, disminuir la pérdida de clientes potenciales debido a no poder cumplir con la demanda existente en el mercado y reducir los tiempos de entrega de los pedidos generados por los clientes.

### 1) Porcentaje de láminas defectuosas.

La falta de control de calidad de la materia prima produce retrasos en el proceso de producción del vidrio laminado ya que el operador que inspecciona la lámina de vidrio al momento de elevarla con la grúa es el que determina si esta puede ser procesada o introducida al proceso, de no ser así este debe de llevarla a un racks especial para material scrap, el conteo de estas laminas nos permite hacer un reclamo de manera formal al proveedor de vidrio y así poder recuperar la inversión que se realiza de materia prima. El registro de láminas scrap lo llevara el operador encargado de la operación de llevar las láminas al racks de material scrap para al final de la jornada entregarle este registro al gerente de control de procesos y calidad además de la cantidad de láminas transportadas a la estación L01.

**Tabla 35.** Ficha técnica Porcentaje de láminas defectuosas.

Nombre de indicador	Porcentaje de láminas defectuosas		
Objetivo	Disminuir el porcentaje de material scrap.		
Proceso	Inspección de materia prima	Responsable	Gerente de control de calidad y procesos
Frecuencia	La revisión de los datos y el vaciado de los registros se realizarán de manera diaria con presentaciones a junta directiva mensualmente.		
Formula de calculo	$\frac{\text{laminas defectuosas}}{\text{laminas transportadas a la estacion L01}} \times 100$		
Unidad	%	Meta	Disminuir el porcentaje de láminas scrap en un 30%
Tipo de indicador	Naturaleza	Proceso o Resultado	Vigencia
	Calidad	Proceso	Permanente
Generador por	Operador estación L01, Jefe de producción, gerente de control de calidad y procesos		
Revisado por	Gerente general		

### **Importancia del indicador**

Gracias al indicador podemos tener un monitoreo del porcentaje de materia prima que posee las especificaciones de calidad necesarias para brindar un producto de altos estándares a los clientes. La tendencia que presente este indicador ayudara a tomar decisiones ya sea desde contactar al proveedor para reportar los lotes de material fuera de especificación, hasta encontrar un proveedor nuevo.

### **Porcentaje de ausentismo de la fuerza laboral.**

Este indicador será gestionado por la gerencia administrativa y tiene como motivo llevar un control de la asistencia de la fuerza laboral en la jornada mensual. El asistente de recursos humanos será el responsable de llevar este indicador presentando la figura de coordinador de indicador y la recolección de datos se realizara diariamente vaciando la asistencia diaria en una hoja de cálculos de Excel, este se presentara en las reuniones con la junta directiva mensualmente.

El indicador se llevara de manera individual y general sin embargo las cifras que se presentaran a la junta directiva serán de manera general pero al momento en que se requiera indagar acerca del porcentaje de ausentismo de manera individual el coordinador de este indicador podrá precisarla en la misma base de datos de manera sencilla.

Este es un indicador del tipo estratégico donde se evaluara el desempeño global de la organización a largo plazo para alcanzar la visión y misión de BLITEC.

**Tabla 36. Ficha técnica Porcentaje de ausentismo de la fuerza laboral.**

Nombre de indicador	Porcentaje de ausentismo de la fuerza laboral.		
Objetivo	Disminuir el porcentaje de ausentismo en la organización.		
Proceso	Eficacia	Responsable	Asistente de recursos humanos
Frecuencia	La revisión de los datos y el vaciado de los registros se realizarán de manera diaria con presentaciones a junta directiva mensualmente.		
Formula de calculo	$\frac{\text{faltas injustificadas por el empleado}}{\text{dias laborales}} \times 100$ $\frac{\sum \text{de los porcentajes de ausentismo individual}}{\text{numero de empleados}}$		
Unidad	%	Meta	Disminuir el porcentaje de láminas scrap en un 30%
Tipo de indicador	Naturaleza	Proceso o Resultado	Vigencia
	Eficiencia	proceso	Permanente
Generador por	Operador estación L01, Jefe de producción, gerente de control de calidad y procesos		
Revisado por	Gerente general		

### Importancia del indicador

Este indicador genera información importante acerca del compromiso y el desempeño de la fuerza laboral con la organización, ayudando a generar planes de incentivo a empleados que cumplan con asistencias perfectas.

### 5) Porcentaje de Producto terminado fuera de especificaciones.

Este indicador será manejado por el departamento de control de calidad y procesos y servirá para monitorear si existe alguna falla en el proceso, equipos, métodos de trabajos, mano de obra y materia prima que genera desperfectos en el producto terminado.

La medición de este indicador se realizara de forma diaria al finalizar la jornada laboral y el punto de medición será el almacén de producto terminado.

Al observar un aumento en el valor de este indicador una de las herramientas que se puede utilizar para determinar cuál es la causa raíz que genera el producto fuera de especificaciones es la aplicación de las 8 disciplinas (ver anexo 3. Pasos para la aplicación de las 8 disciplinas).

**Tabla 37.** Ficha técnica Porcentaje de ausentismo de la fuerza laboral.

Nombre de indicador	Producto terminado fuera de especificaciones.		
Objetivo	Disminuir el porcentaje de producto terminado.		
Proceso	Inspección de producto terminado.	Responsable	Gerente de control de calidad y procesos
Frecuencia	La revisión de los datos y el vaciado de los registros se realizarán de manera diaria con presentaciones a junta directiva mensualmente.		
Fórmula de cálculo	$\frac{\text{laminas producidas fuera de especificacion}}{\text{laminas de vidrio producidas}} \times 100$		
Unidad	%	meta	Disminuir el porcentaje de láminas fuera de especificación en un 30%
Tipo de indicador	Naturaleza	Proceso o Resultado	Naturaleza
	Calidad	proceso	permanente
Generador por	Operador almacenista, Jefe de producción, gerente de control de calidad y procesos		
Revisado por	Gerente general		

### Importancia del indicador.

Este indicador permitirá conocer la proporción de producto fuera de especificación del lote de producción diaria, tomar decisiones acerca de

implementar mejoras para disminución de producto fuera de especificación, conocer la eficiencia del proceso en cuanto a producto terminado conforme, y asegurar de cumplir con los estándares del cliente.

## CONCLUSIONES

La descripción de la situación actual de la empresa BLITEC C.A, donde se estudió la línea de producción de vidrio laminado, se llevó a cabo a través de técnicas de recolección de datos como las entrevistas y las observaciones directas; dichas técnicas permitieron recopilar la información necesaria para la evaluación del proceso mediante métodos como ESIDE, REBA, diagrama de espagueti, diagrama de cuadrilla y el diagrama de recorrido, debido al resultado obtenido de la evaluación de la planta, se tomaron en consideración algunas propuestas para la mejora del mismo. Posteriormente se concluye que:

Con el aumento de la velocidad de los rodillos para la lavadora y el horno expuesto en la investigación se tiene por objetivo un mejor aprovechamiento del tiempo de jornada laboral reduciendo los tiempos de ocio en los que el operador debe esperar que la lámina llegue a su estación de trabajo, debido a esto la organización aumenta su capacidad de producción trayendo un incremento en los ingresos en 3.240.000Bs.F de la misma además pasando de producir 26 láminas diarias a 80 láminas diarias, esta estrategia aumentara la productividad sin incurrir en costos ya que no se producirán sobretiempos, contratación de personal nuevo o compra de equipos.

Mediante el diseño de la estandarización de los métodos de trabajo con la gestión visual, la hoja de proceso y la capacitación de los operadores presentados en la investigación se desea equipar al operador de los conocimientos necesarios para realizar sus labores de una forma correcta y ordenada aprovechando al máximo las facilidades y los materiales involucrados del proceso, prestándole herramientas que lo ayuden a

desenvolverse de manera eficiente mejorando su desempeño, esta propuesta tendrá un costo asociado de 808.860 Bs.f .

Mediante la implementación de la metodología de las 5'S, estrategia que busca generar un ambiente de trabajo que además de ser congruente con la calidad total, brinda al ser humano la oportunidad de ser muy efectivo, destacando la participación de los empleados conjuntamente con la empresa. Las 5'S permiten: Mejorar la limpieza y organización de los puestos de trabajo, Facilitar y asegurar las actividades en las plantas y oficinas, Generar ideas orientadas a mejorar los resultados, Fomentar la disciplina, Crear buenos hábitos de manufactura, Crear un ambiente adecuado de trabajo, Eliminar los accidentes de trabajo. Está implementación obliga a la gerencia a realizar una inversión de 630.000Bs.F, pero otorga a la misma la recuperación de un 40% del tiempo total empleado en las demoras por búsqueda de material, dicho tiempo se cuantifica en 560 minutos aproximadamente lo cual se traduce en un ingreso diario adicional de 60.000 Bs.F.

El diseño del mantenimiento preventivo que se desarrolló no solo ayuda a evitar las paradas de planta que se presentan en la actualidad sino también a presentar la figura de un departamento de mantenimiento conformado por un equipo de trabajo competente encargado de conocer los requerimientos de las facilidades para su uso eficiente, esta estrategia

Con la implementación de los dispositivos presentados como el de corte de excedente de polivinil, dispensador de lija y el de alisado de polivinil se pretende lograr la reducción en su totalidad de recorridos innecesarios, los movimientos de dorso-flexión, tiempos de operación y equilibrar la carga de trabajo, por otro lado los mismos generan costos asociados de 1.867.576 Bs.F.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar a cabo la implementación de las propuestas planteadas en este proyecto con la finalidad de lograr un aumento en las ganancias, a la vez ofreciendo mejores condiciones de trabajo para los empleados y obteniendo así satisfacción a los clientes de la empresa BLITEC C. A.
- Aplicar un estudio de benchmarking con la finalidad de conocer las estrategias de producción y de mercadeo de las distintas empresas productoras de vidrio laminado en Venezuela o en el extranjero, así también como su estructura organizacional para poder competir en el mercado superando los estándares establecidos por los demás.
- Dada la alta sensación térmica se recomienda es estudio del diseño e implementación de un sistema de ventilación en la planta para la reducción de las altas temperaturas generadas por el horno de cocción con motivo de proporcionar un ambiente agradable a los trabajadores.
- Realizar inversión de un segundo horno autoclave, esto daría la opción a la gerencia de realizar dos cocciones en simultaneo con lo cual se lograría aumentar la producción diaria para percibir un ingreso monetario mayor.
- Agregar un turno extra de jornada laboral para incrementar la producción , esta implementación ayudaría a satisfacer los pedidos que no son atendidos además de aumentar los ingresos monetarios a la organización.
- Realizar un estudio de mercadeo para la implementación de nuevos productos asociados a los procesos ya existentes en la organización y

así crecer en el mercado como una organización versátil capaz de generar productos con grandes estándares de calidad.

- Una vez aplicadas las estrategias de mejora expuestas en este trabajo especial de grado llevar un monitoreo de las mismas para garantizar el buen funcionamiento y evolución de las estrategias en la productividad de la empresa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrios M., Illada R., Ortiz F. y Sira S. (2007). ESIDE y Diagrama Múltiples. Herramienta para la mejora continua de los procesos. Series de cuadernos de Ingeniería Industrial. Universidad de Carabobo. Valencia-Venezuela.

Pardo J. (2012). Línea de Producción. Montaje y puesta en marcha de sistemas robóticos y sistemas de visión, en bienes de equipo y maquinaria industrial. Almería- España.

José Antonio Pérez Fernández de Velasco (2008). Gestión por procesos: reingeniería y mejora de los procesos de empresa (ilustrada) (volumen 1). (España): ESIC, 2008.

Borrego, L y Sánchez C (2008). Mejoras para elevar la productividad en el proceso de elaboración de bobinas de empaque flexible. Caso: EMPRESAS MORROCEL C.A. Trabajo Especial de Grado. Universidad de Carabobo

De la Roca (1994). **Manual de prácticas: Ingeniería de métodos**. Universidad Rafael Landivar. Guatemala

E.B. Pineda., E.L de Alvarado. y F.H. de Canales (1994). **Metodología de la investigación: Manual para el desarrollo de personal**. Serie Paltex para ejecutores de programas de salud. 2da edición. Washington D.C

Barrios, M. (2006) "**Manual de trabajos de Grado de Especialización Maestría y Tesis Doctorales**". FEDEUPEL. 3er reimpresión de la 3era Edición.

## ANEXOS

### Anexo 1 Método REBA

#### Análisis de elevación de vidrio crudo

A continuación se presentan las puntuaciones para las actividades que realiza el operador encargado de posicionar la lámina de vidrio en la mesa batiente.

**Tabla 17. Puntuación del Método REBA.**

N°	ACTIVIDAD	GRUPO A					GRUPO B					REBA		INAPRECIABLE	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	
		A1	A2	A3	A4	A	B1	B2	B3	B4	B	C	Act.						REBA
1	Inspección de lámina	1	3	1	0	5	1	1	1	1	4	5	0	5			1		
2	Limpieza de lámina	2	2	1	0	5	4	1	2	1	8	8	1	9				1	
3	Elevación de la lámina	1	2	1	1	5	4	1	1	1	7	7	0	7			1		
4	transporte de lámina	1	2	1	1	5	3	1	1	1	6	7	0	7			1		
5	Posicionamiento de lámina	1	2	1	1	5	3	1	1	1	6	7	0	7			1		
	Promedio	1	2	1	1	5	3	1	1	1	6	7	0	7	0	0	4	1	0

**Tabla 16. Puntuación del Grupo A.**

GRUPO A	
<b>MEDIA TRONCO (A1)</b>	<b>1</b>
<b>MEDIA CUELLO (A2)</b>	<b>2</b>
<b>MEDIA PIERNAS (A3)</b>	<b>1</b>
<b>MEDIA FUERZA Y/O CARGA (A4)</b>	<b>1</b>
<b>TOTAL MIEMBRO INFERIOR REBA (A)</b>	<b>5</b>

**Tabla 16. Puntuación del Grupo B.**

GRUPO B	
MEDIA HOMBRO (B1)	3
MEDIA CODO (B2)	1
MEDIA MUÑECA (B3)	1
MEDIA ACOPLAMIENTO (B4)	1
TOTAL MIEMBRO SUPERIOR REBA (B)	6

**Tabla 16. Puntuación REBA.**

MULTI – REBA	
PUNTUACION REBA	7
VALOR MEDIO PONDERADO DE LA ACTIVIDAD	0
NIVEL DE RIESGO	7
NIVEL DE RIESGO DE LA ESTACIÓN	Medio

**Análisis operador 1 y 2 del cuarto de ensamble.**

A continuación se presentan las puntuaciones para las actividades que realiza el operador 1 y 2 del cuarto de ensamble.

**Tabla 17. Puntuación del Método REBA.**

N°	ACTIVIDAD	GRUPO A				GRUPO B					REBA		INAPRECIABLE	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO		
		A1	A2	A3	A4	A	B1	B2	B3	B4	B	C						Act.	REBA
1	Posicionar lámina 1	1	1	1	1	4	4	1	3	1	9	8	0	8			1		
2	Extender PVB en lámina 1	5	3	1	0	9	5	1	3	1	10	12	1	13				1	
3	Eliminación de aire entre lamina 1 y PVB	5	1	1	1	8	4	1	2	1	8	10	0	10			1		
4	Remover Excedente de PVB	4	2	1	1	8	3	1	2	1	7	10	0	10			1		
	Promedio	4	2	1	1	7	4	1	3	1	9	10	0	10	0	0	0	3	1

**Tabla 18.** *Puntuación del Grupo A.*

<b>GRUPO A</b>	
<b>MEDIA TRONCO (A1)</b>	<b>4</b>
<b>MEDIA CUELLO (A2)</b>	<b>2</b>
<b>MEDIA PIERNAS (A3)</b>	<b>1</b>
<b>MEDIA FUERZA Y/O CARGA (A4)</b>	<b>1</b>
<b>TOTAL MIEMBRO INFERIOR REBA (A)</b>	<b>7</b>

**Tabla 19.** *Puntuación del Grupo B.*

<b>GRUPO B</b>	
<b>MEDIA HOMBRO (B1)</b>	<b>4</b>
<b>MEDIA CODO (B2)</b>	<b>1</b>
<b>MEDIA MUÑECA (B3)</b>	<b>3</b>
<b>MEDIA ACOPLAMIENTO (B4)</b>	<b>1</b>
<b>TOTAL MIEMBRO SUPERIOR REBA (B)</b>	<b>9</b>

**Tabla 20.** *Puntuación REBA.*

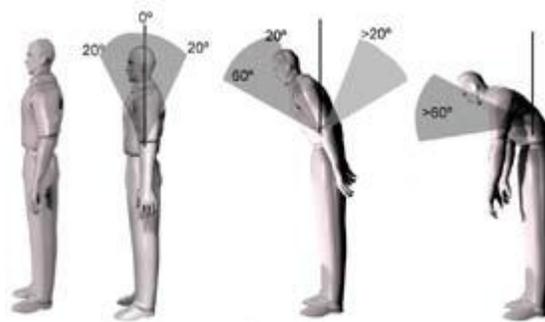
<b>MULTI – REBA</b>	
<b>PUNTUACION REBA</b>	<b>7</b>
<b>VALOR MEDIO PONDERADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>0</b>
<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>7</b>
<b>NIVEL DE RIESGO DE LA ESTACIÓN</b>	<b>Alto</b>

Grupo A: Puntuaciones del tronco, cuello y piernas.

El método comienza con la valoración y puntuación individual de los miembros del grupo A, formado por el tronco, el cuello y las piernas.

### Puntuación del tronco

El primer miembro a evaluar del grupo A es el tronco. Se deberá determinar si el trabajador realiza la tarea con el tronco erguido o no, indicando en este último caso el grado de flexión o extensión observado. Se seleccionará la puntuación adecuada de la tabla 1.

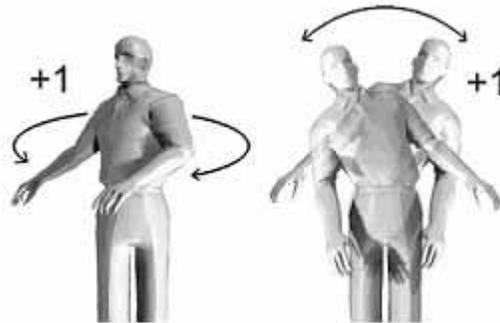


**Figura 1.** Posiciones del tronco.

**Tabla 1.** Puntuación del tronco.

Puntos	Posición
1	El tronco está erguido.
2	El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
3	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
4	El tronco está flexionado más de 60 grados.

La puntuación del tronco incrementará su valor si existe torsión o inclinación lateral del tronco.



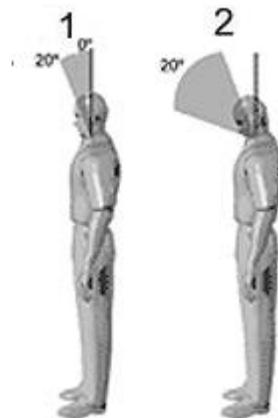
**Figura 2.** Posiciones que modifican la puntuación del tronco.

**Tabla 2.** Modificación de la puntuación del tronco.

Puntos	Posición
+1	Existe torsión o inclinación lateral del tronco.

### Puntuación del cuello

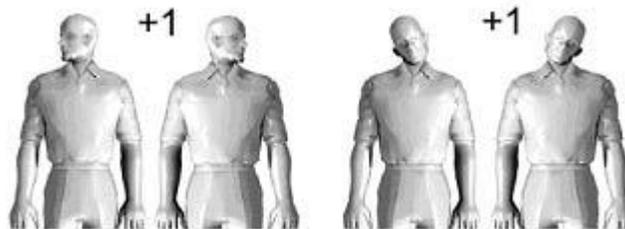
En segundo lugar se evaluará la posición del cuello. El método considera dos posibles posiciones del cuello. En la primera el cuello está flexionado entre 0 y 20 grados y en la segunda existe flexión o extensión de más de 20 grados.



**Tabla 3.** Puntuación del cuello.

Puntos	Posición
1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.
2	El cuello está flexionado más de 20 grados o extendido.

La puntuación calculada para el cuello podrá verse incrementada si el trabajador presenta torsión o inclinación lateral del cuello, tal y como indica la tabla 4.



**Figura 4.** Posiciones que modifican la puntuación del cuello.

**Tabla 4.** Modificación de la puntuación del cuello

Puntos	Posición
+1	Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello.

### Puntuación de las piernas

Para terminar con la asignación de puntuaciones de los miembros del grupo A se evaluará la posición de las piernas. La consulta de la Tabla 5 permitirá obtener la puntuación inicial asignada a las piernas en función de la distribución del peso.



Figura 5. Posición de las piernas.

Puntos	Posición
1	Soporte bilateral, andando o sentado.
2	Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.

Tabla 5. Puntuación de las piernas.

La puntuación de las piernas se verá incrementada si existe flexión de una o ambas rodillas. El incremento podrá ser de hasta 2 unidades si existe flexión de más de 60°. Si el trabajador se encuentra sentado, el método considera que no existe flexión y por tanto no incrementa la puntuación de las piernas.

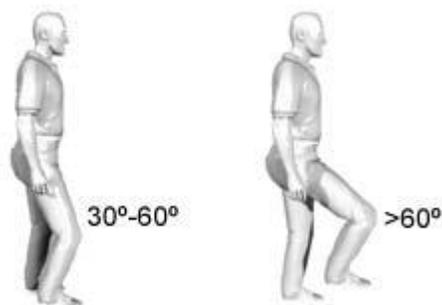


Figura 6. Ángulo de flexión de las piernas.

Puntos	Posición
+1	Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.
+2	Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).

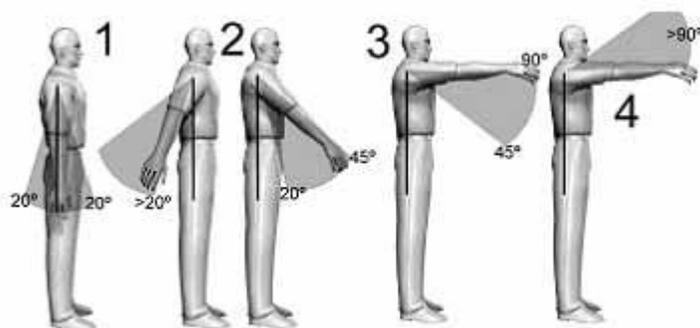
**Tabla 6.** *Modificación de la puntuación de las piernas.*

Grupo B: Puntuaciones de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca).

Finalizada la evaluación de los miembros del grupo A se procederá a la valoración de cada miembro del grupo B, formado por el brazo, antebrazo y la muñeca. Cabe recordar que el método analiza una única parte del cuerpo, lado derecho o izquierdo, por tanto se puntuará un único brazo, antebrazo y muñeca, para cada postura.

### Puntuación del brazo

Para determinar la puntuación a asignar al brazo, se deberá medir su ángulo de flexión. La figura 7 muestra las diferentes posturas consideradas por el método y pretende orientar al evaluador a la hora de realizar las mediciones necesarias. En función del ángulo formado por el brazo se obtendrá su puntuación consultando la tabla que se muestra a continuación (Tabla 7).

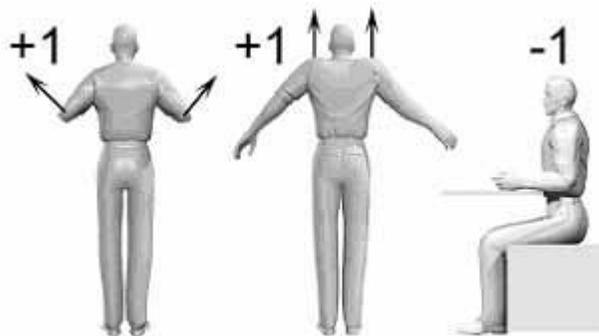


**Figura 7.** *Posiciones del brazo.*

**Tabla 7. Puntuación del brazo**

Puntos	Posición
1	El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión ó 0 y 20 grados de extensión.
2	El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
3	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
4	El brazo está flexionado más de 90 grados.

La puntuación asignada al brazo podrá verse incrementada si el trabajador tiene el brazo abducido o rotado o si el hombro está elevado. Sin embargo, el método considera una circunstancia atenuante del riesgo la existencia de apoyo para el brazo o que adopte una posición a favor de la gravedad, disminuyendo en tales casos la puntuación inicial del brazo. Las condiciones valoradas por el método como atenuantes o agravantes de la posición del brazo pueden no darse en ciertas posturas, en tal caso el resultado consultado en la tabla 7 permanecería sin alteraciones.



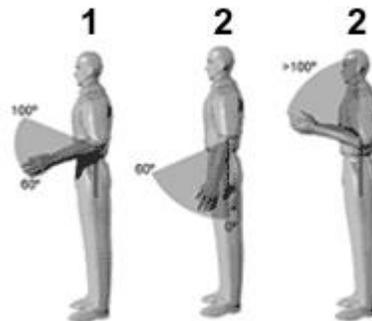
**Figura 8. Posiciones que modifican la puntuación del brazo.**

**Tabla 8. Modificaciones sobre la puntuación del brazo.**

Puntos	Posición
+1	El brazo está abducido o rotado.
+1	El hombro está elevado.
-1	Existe apoyo o postura a favor de la gravedad.

Puntuación del antebrazo

A continuación será analizada la posición del antebrazo. La consulta de la tabla 9 proporcionará la puntuación del antebrazo en función su ángulo de flexión, la figura 9 muestra los ángulos valorados por el método. En este caso el método no añade condiciones adicionales de modificación de la puntuación asignada.



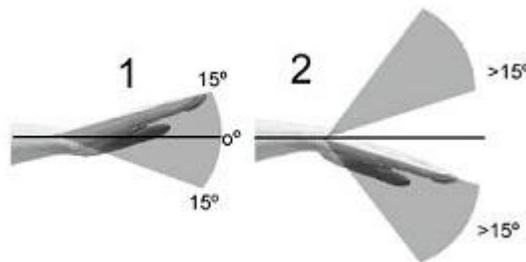
**Figura 9. Posiciones del antebrazo.**

**Tabla 9. Puntuación del antebrazo**

Puntos	Posición
1	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
2	El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

### Puntuación de la Muñeca

Para finalizar con la puntuación de los miembros superiores se analizará la posición de la muñeca. La figura 10 muestra las dos posiciones consideradas por el método. Tras el estudio del ángulo de flexión de la muñeca se procederá a la selección de la puntuación correspondiente consultando los valores proporcionados por la tabla 10.

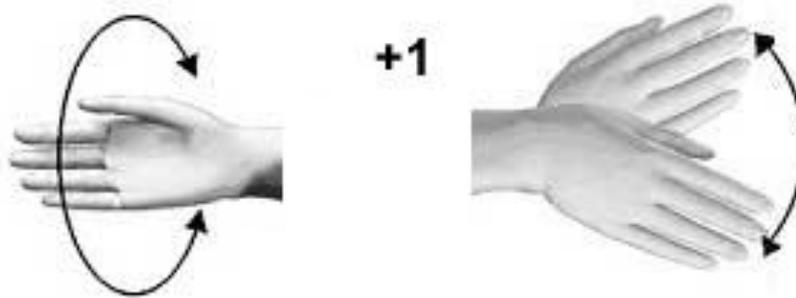


**Figura 10.** Posiciones de la muñeca

**Tabla 10.** Puntuación de la muñeca.

Puntos	Posición
1	La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
2	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.

El valor calculado para la muñeca se verá incrementado en una unidad si esta presenta torsión o desviación lateral (figura 11).



**Figura 11.** Torsión o desviación de la muñeca.

**Tabla 11.** Modificación de la puntuación de la muñeca.

Puntos	Posición
+1	Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.

Puntuaciones de los grupos A y B.

Las puntuaciones individuales obtenidas para el tronco, el cuello y las piernas (grupo A), permitirá obtener una primera puntuación de dicho grupo mediante la consulta de la tabla mostrada a continuación (Tabla A).

**Tabla 12.** Puntuación inicial para el grupo A.

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

La puntuación inicial para el grupo B se obtendrá a partir de la puntuación del brazo, el antebrazo y la muñeca consultando la siguiente tabla (Tabla B).

**Tabla 13. Puntuación inicial para el grupo B.**

TABLA B						
Brazo	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Puntuación de la carga o fuerza.

La carga o fuerza manejada modificará la puntuación asignada al grupo A (tronco, cuello y piernas), excepto si la carga no supera los 5 Kilogramos de peso, en tal caso no se incrementará la puntuación. La siguiente tabla muestra el incremento a aplicar en función del peso de la carga. Además, si la fuerza se aplica bruscamente se deberá incrementar una unidad.

En adelante la puntuación del grupo A, debidamente incrementada por la carga o fuerza, se denominará "Puntuación A".

**Tabla 14. Puntuación para la carga o fuerzas.**

Puntos	Posición
+0	La carga o fuerza es menor de 5 kg.
+1	La carga o fuerza está entre 5

	y 10 Kgs.
<b>+2</b>	La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.

**Tabla 15.** *Modificación de la puntuación para la carga o fuerzas.*

<b>Puntos</b>	<b>Posición</b>
<b>+1</b>	La fuerza se aplica bruscamente.

Puntuación del tipo de agarre.

El tipo de agarre aumentará la puntuación del grupo B (brazo, antebrazo y muñeca), excepto en el caso de considerarse que el tipo de agarre es bueno. La tabla 16 muestra los incrementos a aplicar según el tipo de agarre.

En lo sucesivo la puntuación del grupo B modificada por el tipo de agarre se denominará "Puntuación B".

**Tabla 16.** *Puntuación del tipo de agarre.*

<b>Puntos</b>	<b>Posición</b>
<b>+0</b>	<b>Agarre Bueno.</b> El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio
<b>+1</b>	<b>Agarre Regular.</b> El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.
<b>+2</b>	<b>Agarre Malo .</b>

<b>+3</b>	<p>El agarre es posible pero no aceptable.</p> <p><b>Agarre Inaceptable.</b> El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.</p>
-----------	---

### Puntuación C

La "Puntuación A" y la "Puntuación B" permitirán obtener una puntuación intermedia denominada "Puntuación C". La siguiente tabla (Tabla C) muestra los valores para la "Puntuación C".

*Tabla 17. Puntuación C en función de las puntuaciones A y B.*

TABLA C												
Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

### Puntuación Final

La puntuación final del método es el resultado de sumar a la "Puntuación C" el incremento debido al tipo de actividad muscular. Los tres tipos de actividad consideradas por el método no son excluyentes y por tanto podrían incrementar el valor de la "Puntuación C" hasta en 3 unidades.

**Tabla 18.** *Puntuación del tipo de actividad muscular*

Puntos	Actividad
+1	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.
+1	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).
+1	Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.

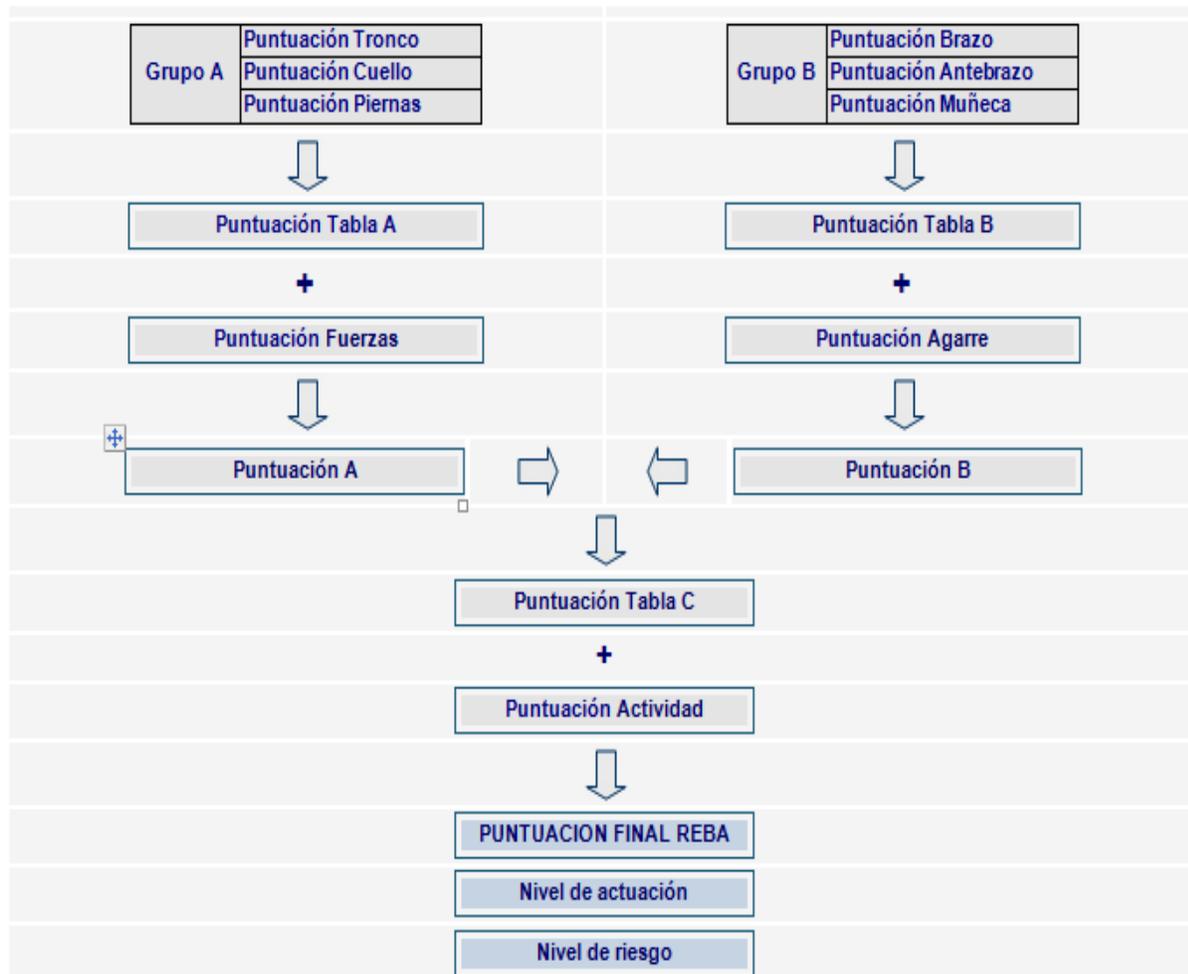
El método clasifica la puntuación final en 5 rangos de valores. A su vez cada rango se corresponde con un Nivel de Acción. Cada Nivel de Acción determina un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención.

El valor del resultado será mayor cuanto mayor sea el riesgo previsto para la postura, el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 15, establece que se trata de una postura de riesgo muy alto sobre la que se debería actuar de inmediato.

**Tabla 19.** Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

<b>Puntuación Final</b>	<b>Nivel de acción</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>	<b>Actuación</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>Inapreciable</b>	<b>No es necesaria actuación</b>
<b>2-3</b>	<b>1</b>	<b>Bajo</b>	<b>Puede ser necesaria la actuación.</b>
<b>4-7</b>	<b>2</b>	<b>Medio</b>	<b>Es necesaria la actuación.</b>
<b>8-10</b>	<b>3</b>	<b>Alto</b>	<b>Es necesaria la actuación cuanto antes.</b>
<b>11-15</b>	<b>4</b>	<b>Muy alto</b>	<b>Es necesaria la actuación de inmediato.</b>

El siguiente esquema sintetiza la aplicación del método.



**Figura13.** Flujo de obtención de puntuaciones en el método REBA.

## Anexos 2

Información Cursos de capacitación y consultoría MultiSkill.

**MultiSkill**  
Consultoría y Formación, C.A.  
RIF: J 00301493-4



*Conozca sobre cómo realizar un mantenimiento de maquinaria pesada*

Este Curso puede ser realizado In Company y solo para personal de su Empresa

Para mayor información:  
**(0241) 935.10.50**  
**(0241) 935.10.51**  
**(0241) 935.10.52**  
**(0241) 619.09.97**

*Cualquier falla en la Maquinaria Pesada es fuente de grandes pérdidas tanto a nivel financiero como productivo para la Empresa que se le presente.*

*Para ayudarlo a asegurar la disponibilidad y el trabajo eficiente del Equipo Pesado, MultiSkill ha desarrollado el siguiente Programa:*

### Mantenimiento Preventivo y Predictivo de Maquinaria Pesada

**Dirigido a:**  
Personal de Operación y Mantenimiento.

**Objetivos Específicos:**

- Promover el conocimiento de las Unidades, así como su correcta operación.
- Promover el mantenimiento eficiente con técnicas Preventivas y Predictivas.
- Alargar la vida útil de los Equipos reduciendo pérdidas.

**Contenido Programático:**

- La Maquinaria Pesada. Principio de Funcionamiento. Partes principales.
- El Motor de Combustión Interna. Ciclo de trabajo. Funcionamiento.
- El Sistema Hidráulico. Partes. Movimientos de la maquinaria.
- El Sistema de Frenos. Funcionamiento. Importancia.
- El Sistema Eléctrico. Funcionamiento. Importancia.
- Técnicas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo.
- Programas de Inspección y Revisión.

**Duración:**  
16 Horas.

**¡ Llámenos hoy mismo, queremos y podemos ayudarlo !**

**MULTISKILL CONSULTORIA Y FORMACION, C.A.**  
Av. Rosario, Torre Trébol, Piso 3, Lomas del Este, Valencia, Venezuela.  
Teléfono y Fax: (0241) 935.10.50 al 53 - 019.09.97  
Celular: (0424) 496.99.38

**www.multiskill.com.ve**