

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO PARA LA
EMPRESA HUNTER DOUGLAS DE COLOMBIA MEDIANTE LA MEJORA
CONTINÚA**

Ing. Yeisson Fayr Puentes Téllez, Código 22728

Ing. Karen Dayana Rodríguez Muñoz, Código 12132

Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales

Dirección de Postgrados

Especialización en producción y logística internacional

Octubre 2016

Bogotá D.C.

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO PARA LA
EMPRESA HUNTER DOUGLAS DE COLOMBIA MEDIANTE LA MEJORA
CONTINÚA**

Ing. Yeisson Fayr Puentes Téllez, Código 22728

Ing. Karen Dayana Rodríguez Muñoz, Código 12132

Asesora Ing. July Patricia Castiblanco Aldana

Proyecto de grado para optar al título de especialista en producción y logística internacional

Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales

Dirección de Postgrados

Especialización en producción y logística internacional

Octubre 2016

Bogotá D.C.

Resumen

Esta propuesta pretende optimizar una línea del sistema productivo para la empresa Hunter Douglas de Colombia S.A., mediante la metodología de la mejora continua. Donde se analizan los elementos y particularidades de la fabricación en el sistema (equipo punzonadora CNC), teniendo en cuenta las características del proceso, entorno, capacidad, métodos y pericia. De modo, que se apliquen los conceptos de mejora continua investigados, con el fin de optimizar y mejorar el flujo del proceso enfocando a los puntos críticos como; cuellos de botella, cambios de set up e identificación de herramental por colores, desplazamientos innecesarios que podrá liberar cargas de máquina y aumentar la productividad en la línea de fabricación de screen panel.

Palabras Claves: Producción, Mejora continua, Smed, Tiempos y movimientos.

Contenido

Contenido de tablas	7
Contenido de ilustraciones	8
1. Título del proyecto	9
2. Problema de investigación.....	10
2.1. Descripción del problema.....	10
2.2. Planteamiento del problema	11
2.3. Sistematización del problema	11
3. Objetivos de la investigación.....	12
3.1. Objetivo General.....	12
3.2. Objetivos Específicos.....	12
3.2.1. Generar un diagnóstico del estado actual del proceso de fabricación screenpanel.	12
3.2.2. Estudiar las metodologías existentes de mejoramiento continuo aplicables al caso de estudio.....	12
3.2.3. Seleccionar la metodología adecuada que permita aumentar la productividad de la línea de producción y aplicarla a la propuesta.....	12
4. Justificación y delimitación de la investigación	13
4.1. Justificación	13
4.2. Delimitación	14

4.3.	Limitaciones	14
5.	Marco referencia de la investigación	15
5.1.	Estado del arte.....	15
5.2.	Marco teórico.....	18
5.2.1.	Ingeniería de Métodos.....	18
5.2.2.	Lean Manufacturing	21
5.3.	Marco legal o normativo	29
5.3.1.	Certificaciones	30
5.3.1.1.	Work and Life Balance.....	30
5.3.1.2.	LEED.....	30
5.4.	Marco histórico	31
6.	Diseño metodológico	33
6.1.	Diagnóstico del estado actual del proceso de fabricación de screenpanel	34
6.2.	Estudio de metodologías de la mejora continúa	35
6.3.	Selección de metodología de mejora continua para el caso de estudio	36
6.4.	Diseño de investigación	36
6.5.	Población	37
6.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
6.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de los datos	38
7.	Resultados.....	39

7.1.	Presentación de los resultados	39
7.1.1.	Diagnóstico del estado actual del proceso de fabricación de screenpanel	40
7.1.2.	Estudio de metodología de mejora continua para el caso de estudio.....	48
7.1.3.	Selección de metodología de mejora continua para el caso de estudio	50
7.2.	Discusión	51
7.3.	Conclusiones y recomendaciones	52
8.	Bibliografía y web grafía.....	55
9.	Anexos.....	57
9.1.	Anexo 1	57
9.2.	Anexo 2	58
9.3.	Anexo 3	63

Contenido de tablas

Tabla 1 Normatividad aplicada en la fabricación de los productos arquitectónicos de Hunter Douglas de Colombia S.A.	29
Tabla 2 Población departamento de productos arquitectónicos	37
Tabla 3 Diagnostico DOFA para Hunter Douglas de Colombia S.A.	47
Tabla 4 Comparación de metodología de mejora continua	49
Tabla 5 Valoración metodologías de mejora continua.....	50

Contenido de ilustraciones

Ilustración 1 Escritura de constitución y edificación de la planta Hunter Douglas de Colombia en 1959 y 1960	32
Ilustración 2 ilustración geográfica del terreno y de la nueva planta de Hunter Douglas de Colombia S.A.	33
Ilustración 3 Flujo del proceso formación screenpanel.....	40
Ilustración 4 Diagrama de operaciones para el proceso de screenpanel liso.....	42
Ilustración 5 Diagrama de operaciones para el proceso de screenpanel punzonado estándar.....	43
Ilustración 6 Diagrama de operaciones para el proceso de screenpanel punzonado personalizado	44
Ilustración 7 Medición cambio de herramental proceso de fabricación screen panel en la compañía Hunter Douglas de Colombia S.A.	48
Ilustración 8 Imagen producto arquitectónico screenpanel liso	57
Ilustración 9 Imagen producto arquitectónico screenpanel punzonado estándar	58
Ilustración 10 Imagen producto arquitectónico screenpanel punzonado personalizado	58
Ilustración 11 Corte de piezas en el proceso de fabricación screenpanel	59
Ilustración 12 Maquina niveladora de fleje cortado, que efectua nivelacion de piezas para la fabricacion de screenpanel	60
Ilustración 13 Maquina punzonadora, que efectúa las perforaciones del panel screenpanel	61
Ilustración 14 Maquina dobladora, que efectúa dobleces al screenpanel	62
Ilustración 15 Maquina escantonadora, usada para la fabricación de bandejas metálicas	63

1. Título del proyecto

Propuesta de optimización del sistema productivo para la empresa Hunter Douglas de Colombia S.A. mediante la mejora continua (Caso de estudio fabricación de screenpanel CNC)

2. Problema de investigación

2.1. Descripción del problema

Desde la revolución industrial, el ser humano ha desarrollado metodologías y nuevos procesos para el desarrollo de nuevos productos, ocasionando que el crecimiento de la industria metalmecánica genere un comportamiento a la actualización de los procesos, mediante investigación y desarrollo.

Constantemente, los nuevos progresos han permitido que las diferentes sociedades, ciudades y poblaciones estén en mayor interacción estableciendo un flujo de requerimientos. Por lo cual, la globalización surge como herramienta competitiva para la reducción de los tiempos productivos en las diferentes organizaciones.

Basado en lo anterior, el caso de estudio de esta propuesta corresponde a la empresa Hunter Douglas de Colombia, que actualmente cuenta con una planta de fabricación de productos arquitectónicos donde se encuentra la maquina punzonadora (CNC), que cuenta con una gran demanda de actividades a realizar en el proceso de la fabricación de productos arquitectónicos, entre ellos el screen panel que se fabrica en diferentes especificaciones técnicas (Producción bajo pedido) programada bajo CNC que debe contar con el lantek (Lenguaje de programación que es generado por el área de ingeniería de producto, donde el tiempo estimado para el diseño de un pedido es de dos a tres días hábiles, dependiendo de la dificultad del diseño)

Adicionalmente, se detectan incumplimientos en los indicadores de fechas de entrega, generando inconformidad en los clientes tanto interno como externo.

2.2. Planteamiento del problema

De acuerdo a la información descrita anteriormente y realizando un análisis de la información, la presente propuesta pretende dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Qué metodología permite mejorar el proceso productivo para el proceso de fabricación screenpanel?

2.3. Sistematización del problema

- ¿Cómo generar un diagnostico que permita identificar los retrasos en la producción?
- ¿Cuál es la distribución que debe tener la planta para optimizar el tiempo del producto en proceso?
- ¿Cómo identificar las actividades que no generan valor y aumentan los costos al producto final?

3. Objetivos de la investigación

3.1. Objetivo General

Generar una propuesta de optimización para la empresa Hunter Douglas de Colombia en el proceso de formación screenpanel, aplicando herramientas de mejoramiento continuo.

3.2. Objetivos Específicos

3.2.1. Generar un diagnóstico del estado actual del proceso de fabricación screenpanel.

3.2.2. Estudiar las metodologías existentes de mejoramiento continuo aplicables al caso de estudio.

3.2.3. Seleccionar la metodología adecuada que permita aumentar la productividad de la línea de producción y aplicarla a la propuesta.

4. Justificación y delimitación de la investigación

4.1. Justificación

Hunter Douglas de Colombia es una empresa metalmecánica dedicada a la fabricación de productos arquitectónicos, manufactura de cortinas, persianas y toldos. Es reconocida por la innovación permanente, enmarcada en un portafolio de productos diferenciados de productos para interiores (cielos rasos y paneles translúcidos), control solar, cubiertas y fachadas, con soluciones constructivas integrales que imponen tendencias, que ha permitido liderar el mercado del cubrimiento de ventanas y de productos arquitectónicos.

Dado que la capacidad de la compañía no ha alcanzado a soportar los requerimientos de los clientes, se ha optado por maquilar ciertos pedidos para cumplir con las órdenes de compra. Por lo anterior, Hunter Douglas de Colombia S.A. requiere mejorar el tiempo de respuesta en la entrega de los pedidos, Así que, con el fin de mantener el porcentaje de participación en el mercado, no perder calidad en el producto y clientes, se decide realizar un estudio detallado sobre la planta de producción de esta compañía, con el propósito de desarrollar un diagnóstico a partir de un análisis DOFA (Tabla 4), y así lograr identificar los factores más críticos dentro del proceso de fabricación de screenpanel, para realizar un plan de mejoramiento al sistema productivo enfocado a la organización desde el trabajador hasta el cliente. Aportando escenarios de análisis para los investigadores y así aumentar su campo de acción.

4.2. Delimitación

El análisis se delimitará en la empresa Hunter Douglas de Colombia ubicada en la dirección autopista Medellín km 6 + 200 costado sur entrando por Festo, Tenjo - Cundinamarca.

4.3. Limitaciones

El desarrollo de esta investigación cuenta con limitación de tiempo de los investigadores y de la ubicación de la planta, debido a que se encuentra ubicada en la sabana de Bogotá.

5. Marco referencia de la investigación

En este numeral, se desarrolla los temas principales para establecer el contexto conceptual de la propuesta presentada en esta investigación, donde se documentan los trabajos académicos y algunos referentes teóricos, estableciendo un desarrollo enfocado en la mejora continua, a partir de las herramientas más apropiadas al caso de estudio (formación Screenpanel CNC) y así respaldar la investigación de la monografía aquí presentada.

5.1. Estado del arte

Dentro de la industria, se evidencia que la satisfacción del cliente en los tiempos de entrega del producto o servicio adquirido, prevalece frente a la competencia, sin olvidar características como la calidad, personalización y especialización. Por ende, las compañías en la actualidad capaces de fortalecer el canal de comunicación con el cliente y su cadena de abastecimiento, son los pilares en el mercado. Todo esto, porque han logrado optimizar actividades, reducir costos con sus proveedores y aumentar la productividad, generando valor con menos recursos en la compañía. (Villadiego Tuiran , 2012)

No obstante, la globalización y la exigencia del mercado genera que las compañías se encuentren buscando soluciones que aumenten aún más su productividad y eficiencia. Es así, como los modelos de gestión se enfocan al mejoramiento continuo, engranando a la flexibilidad de la producción, incluso se puede reflejar en el sistema de producción Toyota (TPS) creado a mediados del siglo pasado, el cual bajo la premisa de producir lo necesario, en las

condiciones requeridas y en el momento oportuno, integrado con la participación del personal, se enfoca en la optimización de los procesos operativos de la compañía. (Cardona Betancurth, 2013)

Así mismo, observamos la compañía Suzuki que para el año 2003, establece centrar su producción bajo la cadena de valor y mejora continua, señalando elementos esenciales del Lean Manufacturing como el Justo a Tiempo (JIT) donde se afectan la productividad, costos, tiempos de entrega y diversidad de productos y la organización del trabajo (JWO) donde se encuentran calidad del producto, costos y productividad, que consiste en establecer una forma de organizar el trabajo dirigido a la utilización plena de las habilidades de la fuerza laboral. (Valencia Vanegas, 2013)

Por otro lado, la aplicación del Lean Manufacturing busca reducir la cadena de desperdicios en el sistema de producción, crear sistemas de producción más flexibles, mejorar la distribución de la planta entre otros, enfocándose en la eliminación de los desperdicios desde la recepción de materia prima hasta la entrega final al cliente, con un enfoque en la sobreproducción, la espera, los transportes innecesarios, el sobre procesamiento, los inventarios, los movimientos innecesarios y productos defectuosos o re trabajos. (Pedraza, 2010) Es más, se reduce la variabilidad de los procesos, promoviendo la calidad del proceso para obtener mayor productividad. (Juárez López, Pérez Rojas , & Rojas Ramírez, 2012)

Por lo cual, realizando un análisis en el entorno metalmeccánico, las tareas tradicionalmente son realizadas por personas, que requieren un alto nivel de concentración,

aumentando el coste y tiempo de la labor, (González Díaz & Gonzále Navas, 2015) Así, que surge la necesidad de desarrollar productos más ágiles, flexibles y generadores de valor, que plantean una autonomación o automatización con sentido humano, técnica que incluye mecanismos para detectar defectos, segregarlos y detener la línea para atacar las causas de estos. (Barón Maldonado & Rivera Cadavid, 2014) Esto significa que la compañía debe dotarse de todas las herramientas posibles que le ayuden a minimizar sus vulnerabilidades fortaleciendo sus cualidades (Rodríguez Casteleiro & Zamora Fonseca, 2015)

En la búsqueda bibliográfica, no se encontraron investigaciones que estuvieran desarrollando la aplicación de una metodología de mejora continua al sector de metalmecánica en la fabricación de producto arquitectónico, ni a palabras claves como la mejora de los procesos para una producción bajo CNC, asociadas a palabras claves como producción CNC, producto arquitectónico, mejora continua asociado a producción en CNC y entre otras, que se aplicaron en el buscador bibliográfico de la Universidad ECCI y verificación a nivel nacional en buscadores como la Biblioteca de la Universidad Nacional, la Biblioteca Luis Ángel Arango e internacional en repositorios bibliográficos como Dialnet y Redalyc, concluyendo que es un sector poco estudiado. Por lo tanto, esta investigación aportaría en gran medida a la comunidad educativa e industrial, en vista a que no ha sido un caso de estudio.

Por lo cual, se decide emplear la metodología de Lean Manufacturing, ingeniería de tiempos y movimientos para el mejoramiento del proceso, tanto por

las recomendaciones de la bibliografía, como por las practicas Lean que ha venido implementando la compañía.

5.2. Marco teórico

El proceso de mejora continua es la forma más efectiva de mejora de la calidad y la eficiencia en las organizaciones. El éxito de cualquier método que actualmente utilizan las organizaciones para gestionar aspectos tales como calidad (ISO 9000), medio ambiente (ISO 14000), salud y seguridad ocupacional (OHSAS 18000), o inocuidad alimentaria (ISO 22000), depende del compromiso hacia la mejora de todos los niveles, especialmente de la alta dirección, y permite desarrollar políticas, establecer objetivos y procesos, y tomar las acciones necesarias para mejorar su rendimiento. (Gonzalez, 2012)

5.2.1. Ingeniería de Métodos

La ingeniería de métodos es una rama de la ingeniería industrial, y generalmente se le considera como una especialización de esta área. En general, puede decirse que la ingeniería de métodos es la técnica encargada de incrementar la productividad con los mismos recursos u obtener lo mismo con menos dentro de una organización, empleando para ello un estudio sistemático y crítico de las operaciones, procedimientos y métodos de trabajo. (Generalidades Ingenieria de Metodos, 2008).

5.1.1.1 Tiempos y Movimientos

Para (Meyers, 2000) los estudios de tiempos y movimientos han encontrado un sitio en la planta moderna. Sirven a los empleados para comprender la naturaleza y el costo verdadero del trabajo, y les permite ser útiles a la gerencia en la tarea de reducir costos innecesarios y balancear las celdas de trabajo, a fin de allanar el flujo del mismo. Además, los estándares de tiempo ayudan a los gerentes a tomar sus decisiones importantes con inteligencia. Los estudios de tiempos y movimientos están considerados la espina dorsal de la ingeniería industrial, la tecnología industrial y los programas de gerencia industrial, por que la información que generan afecta a muchas otras áreas, incluyendo las siguientes:

1. Estimación de costos
2. Control de producción e inventarios
3. Disposición física de la planta
4. Materiales y procesos
5. Calidad
6. Seguridad

Así mismo son destacadas dos técnicas por (Pinilla, 2014):

Técnicas directas: es la observación personal y continua de un proceso con el objetivo de medir su duración utilizando un instrumento de precisión. A continuación, se describen las más importantes.

- **Medición con cronómetro:** el método directo más conocido y empleado es el estudio de tiempos con cronómetro o, en algunas ocasiones, con una cámara de video y la medición cuadro a cuadro. Al respecto, hay diversas teorías que exigen el empleo de cronómetros de alta precisión, pero lo más importante es la experiencia del profesional que realiza la medición y el rigor de los análisis.
- **Muestreo del trabajo:** con la ayuda de formatos preestablecidos y una libreta de anotaciones, el analista realiza, durante el día, en intervalos regulares o irregulares, según lo plantee el estudio, un gran número de observaciones del proceso. Eso implica que una persona debe observar, cada cierto periodo de tiempo, lo que hace el operario, tomar el registro y hacer los cálculos necesarios. El porcentaje de observaciones genera el tiempo promedio durante el cual se fabrica el producto. Finalmente, el estudio refleja cuántas piezas fabricó un operario y en cuánto tiempo; además, qué porcentaje de ese tiempo fue utilizado para el proceso en sí mismo y qué tanto se empleó en otras actividades, como descansos, mantenimientos, cambios de herramental, ajuste, montajes, etc. Es una técnica que entrega resultados más exactos que la medición simple con cronómetro; sin embargo, conlleva mucho tiempo, e implica que el analista debe concentrarse días e incluso semanas en el estudio, lo que aumenta sus costos. Por ello, se utiliza para medir grandes volúmenes de producción y no se recomienda para los pequeños talleres.

Técnicas indirectas: en ellas el análisis no se realiza sobre el trabajo en tiempo real, sino que puede construirse a partir de datos existentes, es decir, con la utilización o elaboración previa de una lista de tareas mínimas requeridas para fabricar una pieza, acorde con los tiempos promedios del sector o de la industria. Hay dos tipos básicos de estos estudios:

- Los métodos de datos estándar: aquí, el analista efectúa la medición, basado en la información obtenida de bancos de datos o estudios que han probado ser satisfactorios. Estos sistemas son útiles cuando existe un gran número de operaciones repetitivas y similares; por ejemplo, en una fábrica de muebles metálicos el tiempo que se requiere para pintar una pieza de un mueble, posiblemente, podría basarse en el número de metros cuadrados de superficie pintada. Con los tiempos estándar no es necesario medir cada tipo de trabajo; simplemente se incluye un conjunto de operaciones en el banco de datos y se proporcionan fórmulas para realizar las aproximaciones de todo el proceso.
- Los sistemas de tiempos predeterminados: en ellos el experto es quien descompone, con gran minuciosidad, la tarea en movimientos básicos, y después busca en las tablas el tiempo que corresponde a cada movimiento para obtener la medida de toda la tarea, totalizando los tiempos parciales. Teóricamente, a tareas idénticas ejecutadas en fábricas distintas deberán corresponder tiempos idénticos; pero la realidad es diferente. La mayoría de los sistemas de tiempos predeterminados fueron ideados en Estados Unidos y Europa y corresponden a las condiciones de esas regiones, de modo que, al aplicarlos a la industria colombiana los resultados son muy diferentes y es necesario corregir los desfases.

5.2.2. Lean Manufacturing

Entendemos por lean manufacturing (en castellano "producción ajustada"), la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. La producción ajustada

(también llamada Toyota Producción System), puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte, en los principios de William Edwards Deming. (Carreras & Garcia, 2010) Por otra parte (Cruelles, 2012) relaciona que el Lean Manufacturing se puede entender como una manufactura flaca, sin grasa. Es conjunto de técnicas de producción que nace a partir del sistema Toyota en la década de los 90. Sirve para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial independiente de su tamaño, obteniendo como resultados unos tiempos de reacción más cortos, mejor calidad, mejor atención al cliente y menores costes. Por consiguiente para (Carreras & Garcia, 2010) el principio fundamental de Lean Manufacturing es que el producto o servicio y sus atributos deben ajustarse a lo que el cliente quiere y para satisfacer estas condiciones anteriores propugna la eliminación de los desperdicios. En general, las tareas que contribuyen a incrementar el valor del producto no superan el 1% del total del proceso productivo, o lo que es lo mismo, el 99% de las operaciones restantes no aportan valor y entonces constituyen un desperdicio. Tradicionalmente, los procesos de mejora se han centrado en 1% del proceso que aporta valor al producto. Resulta evidente que, si se acepta el elevado porcentaje de desperdicio en el que se incurre en un proceso productivo, se deduce que existe una enorme oportunidad de mejora.

(Sanchez & Masriera, 2013) Sugiere los siguientes pasos para la implementación de un sistema Lean Manufacturing:

1. Crear un sistema de indicadores
2. Clasificar los productos en familia
3. Elección de una familia

4. Documentar gráficamente el flujo real (Value Stream Map)
5. Dibujar en un papel el flujo ideal
6. Confeccionar un plan de acciones indispensables (sobre las que se sustenta el sistema)
7. Hacer participar a toda la plantilla implicada en este proceso de mejora
8. Repetir el mismo proceso para las otras familias de productos

5.1.2.1. Mapa del flujo de valor

El Value Stream Map (VSM) fue desarrollado por Toyota, que lo llamo Material and información Flow Mapping, y con el presenta, de forma muy visual, la situación actual y la ideal a alcance para un sistema productivo a convertir en una implementación lean, incluyendo los grandes flujos: el de las operaciones de la secuencia del proceso, el de los materiales y productos y el de información (el otro gran flujo, el del personal, no interviene en el VSM) (Arbós, 2011).

De acuerdo a (Cuatrecasas, 2010) el VSM tiene como objetivos:

- Establecer una fuente única de información documentada y grafica de todo lo que sucede en el proceso, de forma que se visualicen los flujos de producto, materiales e información. Quedan tan solo sin representar los movimientos de personas y recursos técnicos, medios que, esto su, deben quedar identificados, así como su ubicación en el proceso.

- Crear la base para definir un sistema único de información que permita generar correctamente las órdenes de producción y mejorar la eficiencia de todo el sistema.
- Identificar los desperdicios (waste) en el desarrollo del proceso, que interrumpan el flujo, lo que permitiría establecer prioridades en la mejora continua, Las mejoras que se vayan produciendo deberán dar lugar a nuevas estandarizaciones de las tareas a nivel de todo el proceso.
- Crear una referencia para el movimiento de materiales y su ubicación, con el fin de reducir al máximo el lead time, reduciendo a su vez la cantidad de producto en curso. El flujo de materiales y productos en curso puede llegar a incluir diversos tipos de todos ellos, lo que hará más compleja la gestión de su movimiento y la determinación de su ubicación.

5.1.2.2. 5S

Las 5S son una herramienta mundialmente conocida gracias al impacto y cambio que generan tanto en las empresas como en las personas que las desarrollan. Se centran en potenciar el aprendizaje de las personas que trabajan en las organizaciones gracias a su simplicidad y agilidad por realizar pequeños cambios y mejoras con el fin de experimentar y aprender con ellas. Las 5S son una herramienta que no requiere de grandes inversiones, altos cargos, ni complicados conocimientos. De este modo, no se excluye a nadie, ofreciendo a todas

las personas y organizaciones, la posibilidad y oportunidad de beneficiarse y crecer con ellas. (Aldavert, Vidal, Lorente, & Aldavert, 2016)

De acuerdo a (Sacristán, 2005) las 5S 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:

- **Seiri:** Organizar y Seleccionar. Se trata de organizar todo, separar lo que sirve de lo que no sirve y clasificar esto último.
- **Seiton:** Ordenar. Tiramos lo que no sirve y establecemos normas de orden para cada cosa.
- **Seiso:** Limpiar. Realizar la limpieza inicial con el fin de que el operador/administrativo se identifique con su puesto de trabajo y maquinas/equipos que tenga asignados.
- **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.
- **Shitsuke:** Rigor en la aplicación de consignas y tareas. Realizar la auto inspección de manera cotidiana.

5.1.2.3. Kanban

Kanban significa “tarjeta de instrucción”, es un dispositivo visual que controla el flujo de información y de materiales. La tarjeta se adhiere a los contenedores (charolas, tarimas, etc.) y contiene la información que sirve para ordenar una acción específica: el

inicio de un trabajo o el de mover un material. Su objetivo es controlar la producción y mejorar los procesos.

Controla la producción al integrar los procesos en base al sistema “Jalar o Pull” transmitiendo la orden y ritmo requerido por el cliente final pasando a través de cada uno de los clientes internos sucesivos, ubicados corriente arriba, elimina sobreproducción y da prioridades en la producción a realizar. (Calva, 2011). Con base en lo anterior (Tejero, 2016) relaciona dos tipos de Kanban:

- El Kanban de producción, que indica el tipo y la cantidad que hay que fabricar por el proceso anterior.
- El Kanban de transporte, que indica el tipo y la cantidad de producto que se debe retirar por el proceso posterior.

Ahora bien (Kanba: control y mejora de procesos, 2012) propone las siguientes reglas:

1. No se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes. La producción de productos defectuosos implica costos tales como la inversión en materiales, equipo y mano de obra que no va a poder ser vendida. Este es el mayor desperdicio de todos. Si se encuentra un defecto, se deben tomar medidas antes que todo, para prevenir que éste no vuelva a ocurrir.

2. Los procesos subsecuentes requerirán solo de lo que es necesario. Esto significa que el proceso subsiguiente pedirá el material que necesita al proceso anterior, en la cantidad necesaria y en el momento adecuado. Se crea una pérdida si el proceso anterior sufre de partes y materiales al proceso subsiguiente en el momento que éste no los necesita o en una cantidad mayor a la que requiere. La pérdida puede ser muy variada, incluyendo pérdida por el exceso de tiempo extra, pérdida en el exceso de inventario y la pérdida en la inversión de nuevas plantas sin saber que la existente cuenta con la capacidad suficiente. La peor pérdida ocurre cuando los procesos no pueden producir lo que es necesario por estar produciendo lo que no es necesario. Para eliminar este tipo de errores se usa esta segunda regla.
3. Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsiguiente. Esta regla fue hecha con la condición de que el mismo proceso debe restringir su inventario al mínimo.
4. Balancear la producción. De manera en que podemos producir solamente la cantidad necesaria requerida por el proceso subsecuente, se hace necesario para todos los procesos mantener el equipo y a los trabajadores de tal manera que pueda producir materiales en el momento necesario y en la cantidad necesaria. En este caso, si el proceso subsiguiente pide material de una manera incontinua con respecto al tiempo y a la cantidad, el proceso anterior requerirá personal y máquinas en exceso para satisfacer esa necesidad. En este punto es el que hace énfasis la cuarta regla, la producción debe estar balanceada o suavizada (smooth, equalizad).
5. Kanban es un medio para evitar especulaciones. De manera que, para los trabajadores, Kanban, se convierte en su fuente de información para producción y transportación, ya que

dependerán de Kanban para llevar a cabo su trabajo, el balance del sistema de producción adquiere gran importancia. No se vale especular sobre si el proceso subsiguiente va a necesitar más material la próxima vez, tampoco el proceso subsiguiente puede preguntarle al proceso anterior si podría empezar el siguiente lote un poco más temprano, ninguno de los dos puede mandar información al otro, solamente la que está contenida en las tarjetas Kanban. Es muy importante que esté bien balanceada la producción.

5.1.2.4. Smed

El sistema Smed (Single Digit Minute Exchange of Die) es el sistema desarrollado por Toyota, con la colaboración de Shiego Shingo, para reducir drásticamente los tiempos de set-up hasta llevarlos a una duración que puede ser expresada en minutos, con números de una sola cifra (single digit minute). La técnica Smed puede ser aplicada para los set-up de todos los tipos de máquinas pertenecientes a cualquier tipología del proceso. (Galvano, 2004)

Además, hay que señalar que el proceso de cambio de serie comprende el tiempo necesario empleado desde el momento en el que se fabricó la última pieza buena de la serie anterior, hasta el momento en el que se fabrica la primera pieza buena de la serie entrante. Es decir, se incluyen también en él todas las operaciones necesarias para el transporte y puesta a punto de los materiales y las de ajuste de la máquina. (García A. A., 1998). Sin embargo, este método se apoya en el conocimiento que tienen los operarios y en la capacidad del coordinador

para liderar el equipo en la utilización de los mecanismos o herramientas propias del Smed. Dicho coordinador necesita poseer competencias propias de un ingeniero industrial o de organización industrial a fin de garantizar la consecución de los objetivos marcados: capacidad de motivación, liderazgo, coordinación de equipos, etcétera. Otro elemento clave es la comunicación entre los integrantes del grupo de trabajo, por lo que se necesita un soporte documental o mural, que todos los participantes puedan observar y que guíe el comportamiento del equipo durante el proceso. (García, Angulo, Martín, & Melero, 2012)

5.3. Marco legal o normativo

Para garantizar la fabricación, la ejecución del caso de estudio punzonadora CNC debe estar acorde con los estándares internacionales ASTM.

Norma	Característica	Parámetro
ASTM D5402	Curado	60 pasadas mínimo
ASTM E376	Espesor de capa de pintura	16 μm mínimo
AST B117	Cámara salina	700 hr mínimo
SATM D3363	Dureza	H mínimo
ASTM D3359	Adherencia	4 B mínimo
ASTM A653 ASTM A792 ASTM A924	MATERIAL ALUZINC Y GALVANIZADO	Cumplimiento
ASTM D2244	Uniformidad del color	$\Delta E \leq 1.0$ por área
ASTM D2244	Estabilidad del color	$\Delta E < 5$ hasta 10 años
ASTM D523	Brillo	Pérdida menor al 20% hasta 10 años

Tabla 1 Normatividad aplicada en la fabricación de los productos arquitectónicos de Hunter Douglas de Colombia S.A.

Fuente: Autores.

Adicional Hunter Douglas de Colombia S.A labora bajo la norma ISO-26000, RSE (responsabilidad social empresarial), en lo que concierne a (Calle, 2011) La norma ISO 26.000 consagrará como asuntos de gran importancia la protección del medio ambiente, identificando como acciones conducentes para dicho fin a la prevención de la polución, el uso sostenible de los recursos naturales, la mitigación y adaptación al cambio climático, la protección de la biodiversidad y la restauración de los hábitats naturales. Con ello, desde las normas ISO, el concepto de Responsabilidad Social Empresarial y su valoración en las prácticas de gestión comprenderá la acreditación de las llamadas “credenciales verdes” de la compañía.

5.3.1. Certificaciones

5.3.1.1. Work and Life Balance

La dinámica Work and Life Balance no solo abarca las nuevas modalidades de trabajo, como las licencias extendidas de maternidad y paternidad, los periodos sabáticos, el trabajo virtual, la flexibilidad horaria, la división de puestos entre dos personas o el día libre luego de varias jornadas ocupadas con viajes de negocio. Podríamos enumerar muchas estrategias que las compañías orientadas al cuidado de su capital humano han implementado en los últimos años para generar ventajas competitivas (Meison, 2013)

5.3.1.2. LEED

El Programa LEED profundiza la transformación en curso del mercado hacia mejores prácticas al fortalecer las capacidades técnicas de la industria, la oferta de

educación en sostenibilidad y la utilización de esta herramienta de certificación en construcción sostenible. La certificación seguirá siendo otorgada por el GBCI, como una tercera parte independiente, y el CCCS será el canal de las relaciones del mercado colombiano con el USGBC y el GBCI. (Consejo Colombiano de Constitución Sostenible - CCCS, 2016)

La herramienta de Certificación LEED® se ha posicionado como el sistema más importante en certificación sostenible en el mundo con +68.600 proyectos comerciales certificados, los cuales representan 1.200 millones de metros cuadrados, con presencia en los 50 estados de EE.UU. y más de 150 países en el mundo. En Colombia el mercado ha tenido un crecimiento promedio del 28% anual con más de 5.3 millones de metros cuadrados. (Consejo Colombiano de Constitución Sostenible - CCCS, 2016)

5.4. Marco histórico

El origen de Hunter Douglas se remonta a 1945, cuando Henry Sonnenberg y Joe Hunter (un inventor norteamericano) se asocian y establecen Hunter Douglas Corporation, desarrollando un revolucionario concepto de fundición continua de aluminio para desarrollar, fabricar y mercadear materiales a partir de flejes pintados de aluminio.



Ilustración 1 Escritura de constitución y edificación de la planta Hunter Douglas de Colombia en 1959 y 1960

Fuente: Hunter Douglas de Colombia S.A.

La incursión del grupo Hunter Douglas en negocios diversos, como parte de un proceso mundial de diversificación en que el grupo se involucró, y donde se iniciaron desarrollos de estrategias de negocios en diferentes frentes: Divisiones de oficina, piso, techo, cielos rasos y revestimientos.

En vista a la necesidad de producción se adquiere el terreno para la nueva planta, en 2009 donde se concreta la compra de un lote de 30.000 m² en el eje industrial de la calle 80 hacia el municipio de Tenjo, para la construcción de la nueva planta, la cual ocupa inicialmente alrededor de 11.000 m², quedando otro tanto para futuras expansiones y en el 2016, se inaugura la nueva planta, la única del grupo Hunter con certificación LEED en Latinoamérica.



Ilustración 2 ilustración geográfica del terreno y de la nueva planta de Hunter Douglas de Colombia S.A.

Fuente: Hunter Douglas de Colombia S.A.

6. Diseño metodológico

Para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación se tendrá en cuenta un enfoque descriptivo relacionado a un paradigma mixto, que permitirá diseñar de la propuesta de mejora al caso de estudio formación Screen panel CNC en Hunter Douglas de Colombia S.A. y optimizando la productividad de la compañía, mediante la metodología de mejora continua, Por lo cual se establece las siguientes fuentes de información:

- a. Fuentes primarias: Datos suministrados por la compañía Hunter Douglas de Colombia S.A y a partir de las técnicas de información aplicada como la observación y entrevista.
- b. Fuentes secundarias: Corresponden a la información consultada en las bases de datos de la universidad ECCI, Biblioteca Luis Ángel Arango, Biblioteca Universidad Nacional, portales bibliográficos como Dialnet y Redalyc.
- c. Fuentes terciarias: Corresponden a la información consultada en el Diccionario de la Real Academia Española.

6.1. Diagnóstico del estado actual del proceso de fabricación de screenpanel

De acuerdo a la visita realizada el 26 de octubre de 2016 a la planta de Hunter Douglas de Colombia S.A. ubicada en Tenjo – Cundinamarca por los investigadores, se inicia el diagnóstico del estado actual para el proceso de formación de screenpanel en la producción de productos arquitectónicos, utilizando como herramienta técnica de recolección de datos, la observación al modelo de producción e identificando cada etapa del proceso productivo, prosiguiendo así, con intervención al personal de la planta, es decir, realizar un modelo de entrevista abierta al operario tipo iii, al auxiliar tipo i, al supervisor de planta y al gerente de producción. Por lo cual, esta información es recopilada y procesada por los investigadores,

generando un análisis DOFA de acuerdo a las técnicas utilizadas para así, identificar y establecer sus debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, que se desarrollaran el numeral 7 de este documento.

6.2. Estudio de metodologías de la mejora continúa

De acuerdo al estudio de las metodologías existentes de mejoramiento continuo, aplicables al caso de estudio de fabricación de screenpanel en CNC para la compañía Hunter Douglas de Colombia S.A., los investigadores realizaron una evaluación de ponderación donde se tiene en cuenta los siguientes criterios: Clientes, Planeación, Información, Personal, Procesos, Tiempo, Mejoramiento continuo y Resultados para determinar cuál es la metodología más adecuada para el caso, estipulando en primera instancia el uso de la ingeniería de métodos: tiempos y movimientos, que corresponde a la medición del tiempo, en el cual medir cuanto tardan en realizar las actividades del proceso productivo, teniendo en cuenta las variables negativas y del entorno, que influyen en la productividad del proceso.

Así mismo, realizar una valoración del rendimiento del operario mediante el Westinghouse que corresponde a la evaluación de cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones laborales y consistencia. Seguido a esto, evaluar los tiempos en los cambios de herramental por el operario Con el fin de identificar los tiempos de cada clase de screenpanel que se fabrica en la compañía Hunter Douglas de Colombia S.A. mediante un check del proceso mediante la observación.

6.3. Selección de metodología de mejora continua para el caso de estudio

Los investigadores, evalúan el escenario del estado actual de la producción de screenpanel, estableciendo los puntos críticos del proceso de acuerdo a la visita realizada a la planta, donde se inicia a identificar el desarrollo, cadencia, forma y actitud de cada actividad realizada por el operario y el manejo de las herramientas utilizadas para la fabricación del producto screenpanel, sumado al registro de los datos tomados en cada etapa del proceso, para luego proceder a realizar una tabulación, donde la información es procesada mediante la aplicación de Microsoft Excel, generando tendencias y análisis del comportamiento en diferentes periodos de la ejecución para las actividades del proceso y de esa forma, modelar un escenario aplicando la propuesta de mejora.

6.4. Diseño de investigación

Se decide realizar un estudio detallado sobre la planta de producción de esta compañía. En el desarrollo de esta actividad se inicia con un previo conocimiento general de la empresa y una visita a la planta, con el propósito de desarrollar un diagnóstico a partir de un análisis DOFA (Anexo 1), y así lograr identificar los factores más críticos dentro del proceso de fabricación de screenpanel, para realizar un plan de mejoramiento al sistema productivo.

Posteriormente al diagnóstico, se realizará un acompañamiento al puesto de trabajo y a los productos desarrollados, para verificar los tiempos en cada operación y

los métodos de trabajo, conocer el manejo del material, almacenamiento y así tenerlos como apoyo, para la propuesta de optimización en el proceso de fabricación de screen panel teniendo en cuenta el flujo de los productos, las condiciones de trabajo de cada operario y así mismo, las condiciones ambientales que se generen en el desarrollo de cada uno de los productos.

6.5. Población

El marco poblacional sujeto de esta investigación está caracterizado por que el personal seleccionado está altamente involucrado en el proceso del caso de estudio, se encuentran vinculados más de dos años con la compañía, el personal conoce de la problemática del caso de estudio y puede suministrar información que es la entrada para el diagnóstico y solución del problema planteado. Por lo cual en la tabla 1, se puede observar la relación del personal seleccionado:

Cargo	Personas
Gerente de Planta	1
Supervisor de Planta	1
Operario Tipo III	2
Auxiliar Tipo I	2
Total	6

Tabla 2 Población departamento de productos arquitectónicos

Fuente: El Autor

A pesar que no corresponde a una población grande, se tomara una muestra de la población de la cual serán tomadas solo el gerente de planta, el supervisor de planta, un operario tipo III y un Auxiliar Tipo I.

6.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para esta investigación, se utilizará como técnicas e instrumentos de recolección de datos, la observación, entrevista con el personal involucrado y recopilación documental.

6.7. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos

Para esta investigación, se utilizará como técnica de procesamiento y análisis de los datos, la visualización de datos, análisis de escenarios, programación y optimización matemática.

7. Resultados

7.1. Presentación de los resultados

Desarrollando la metodología del diseño metodológico, se establece los siguientes numerales.

7.1.1. Diagnóstico del estado actual del proceso de fabricación de screenpanel

De acuerdo a la visita realizada el 24 de octubre de 2016 a la planta de Hunter Douglas de Colombia S.A. ubicada en Tenjo – Cundinamarca por los investigadores, con el fin de establecer los tiempos actuales del proceso de fabricación del producto arquitectónico screenpanel, se procede a la toma de datos, mediante el uso de los siguientes componentes: cronometro, tabla sujetapapeles, planilla de registro, lápiz y calculadora. Los investigadores se ubicaron a una distancia prudente, sin interferir en la actividad desarrollada por el operario, obteniendo una panorámica visual de todos los movimientos efectuados.

Es así, como se establece un nivel de confianza del 95% y un nivel de error del 5%, para cada una de las tres configuraciones de screenpanel (Ver anexo 1). Ya definidos estos parámetros se procede a identificar el flujo de proceso como se evidencia en la imagen 3. Flujo del proceso formación Screenpanel.

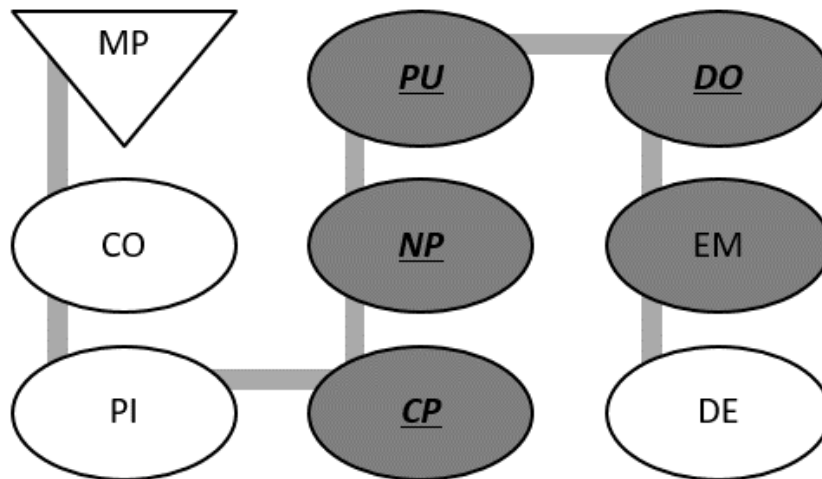


Ilustración 3 Flujo del proceso formación screenpanel

Fuente: Autores

De acuerdo a la imagen 3. Flujo del proceso de formación screenpanel se puede observar el recorrido global para la fabricación del producto screenpanel, donde las operaciones del caso de estudio están en color gris. A continuación, se listan las convenciones de la imagen 3. Flujo del proceso formación screenpanel:

- MP: Materia Prima
- CO: Corte de Bobina
- PI: Pintura de Fleje
- CP: Corte de Piezas
- NP: Nivelación de Piezas
- PU: Punzonado de Piezas
- DO: Doblado de Piezas
- EM: Empaque
- DE: Despacho

Teniendo ya claro, el flujo del proceso los investigadores proceden a realizar el registro de los tiempos, se da inicio al proceso cuando el auxiliar tome el fleje para cortar la primera pieza, con base en piezas de un largo de dos metros lineales. Estas lecturas se van relacionando en los formatos de entrada, donde se clasificaron de acuerdo a cada una de las operaciones observadas. Siendo plasmadas en un diagrama de operaciones, donde se identifica naturaleza de la actividad, es decir, si corresponde a una operación, transporte, almacenamiento, inspección o demora, así mismo se relaciona tiempo y distancia entre cada una de ellas, estableciendo un diagrama de operación para cada clase de screenpanel, como se aprecia a continuación:

DIAGRAMA FLUJO DE PROCESO										
PROCESO DE PUNZONADO Y DOBLADO SCREENPANEL LISO										
Fecha realización		26 de Octubre de 2016								
Diagrama No. 01	Página de		Actividad		Actual		Propuesto		Economía	
Proceso		Producción		Cantidad	Tiempo (Min)	Cantidad	Tiempo (Min)	Cantidad	Tiempo (Min)	
Actividad		Operación		5	16,8271			5	16,8271	
Fabricación		Transporte		7	3,4997			7	3,4997	
Tipo de Diagrama		Material x		1	8,8945			1	8,8945	
		Operario		2	0,2618			2	0,2618	
Método		Actual x		4	3,196			4	3,196	
		Propuesto		Distancia Total (Metros)		15,2		0		
Área/Sección		Producción AP		Tiempo Total		32,6791		32,6791		
Elaborado por		Karen Dayana Rodrigue Muñoz Yeisson Fayr Puentes Tellez		Aprobado por		En proceso				
No.	DESCRIPCIÓN						DISTANCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES	
1	Corte de piezas						0	1,1952		
2	Inspección corte de piezas						0	0,1328		
3	Transporte a Nivelación de piezas						2,2	0,624		
4	Nivelación de piezas						0	0,2496		
4	Transporte al almacenamiento Nivelación de piezas						1	0,777		
5	Almacenamiento de piezas niveladas						0	0,777		
6	Transporte a punzonado de piezas						3	0,1354		
7	Punzonado de piezas						0	8,8945		
8	Punzonado de piezas						0	8,8945		
5	Transporte al Almacenamiento de piezas punzonadas						1	0,835		
9	Almacenamiento de piezas punzonadas						0	0,835		
10	Transporte a doblado de piezas						2	0,1032		
11	Doblado de piezas						0	4,9278		
12	Inspección Doblado de piezas						0	0,129		
14	Transporte al almacenamiento de piezas dobladas						1	0,855		
13	Almacenamiento de piezas dobladas						0	0,855		
15	Empaque						0	1,56		
16	Transporte al area de producto terminado						5	0,1701		
17	Almacenamiento producto terminado						0	0,729		
TOTAL		5	7	1	2	4	15,2	32,6791		

Ilustración 4 Diagrama de operaciones para el proceso de screenpanel liso

Fuente. El Autor

DIAGRAMA FLUJO DE PROCESO										
PROCESO DE PUNZONADO Y DOBLADO PARA SCREENPANEL PUNZONADO ESTANDAR										
Fecha realización		26 de Octubre de 2016								
Diagrama No. 01		Página de								
Proceso		Producción								
Actividad	Tipo de Diagrama	Método	Area/Sección	Elaborado por	Actual		Propuesto		Economía	
					Cantidad	Tiempo (Min)	Cantidad	Tiempo (Min)	Cantidad	Tiempo (Min)
Operación					5	23,7826			5	23,7826
Transporte					7	3,5109			7	3,5109
Espera	Material x				1	15,85			1	15,85
Inspección	Operario				2	0,2618			2	0,2618
Almacenamiento	Actual x				4	3,196			4	3,196
Distancia Total (Metros)	Propuesto					15,2			15,2	0
Producción AP						46,6013			46,6013	0
Tiempo Total										
Aprobado por		En proceso								
Karen Dayana Rodríguez Muñoz										
Yeisson Fayr Puentes Tellez										
No.	DESCRIPCIÓN						DISTANCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES	
1	Corte de piezas						0	1,1952		
2	Inspección corte de piezas						0	0,1328		
3	Transporte a Nivelación de piezas						2,2	0,624		
4	Nivelación de piezas						0	0,2496		
4	Transporte al almacenamiento Nivelación de piezas						1	0,777		
5	Almacenamiento de piezas niveladas						0	0,777		
6	Transporte a punzonado de piezas						3	0,1466		
7	Punzonado de piezas						0	15,85		
8	Punzonado de piezas						0	15,85		
5	Transporte al Almacenamiento de piezas punzonadas						1	0,835		
9	Almacenamiento de piezas punzonadas						0	0,835		
10	Transporte a doblado de piezas						2	0,1032		
11	Doblado de piezas						0	4,9278		
12	Inspección Doblado de piezas						0	0,129		
14	Transporte al almacenamiento de piezas dobladas						1	0,855		
13	Almacenamiento de piezas dobladas						0	0,855		
15	Empaque						0	1,56		
16	Transporte al area de producto terminado						5	0,1701		
17	Almacenamiento producto terminado						0	0,729		
TOTAL		5	7	1	2	4	15,2	46,6013		

Ilustración 5 Diagrama de operaciones para el proceso de screenpanel punzonado estándar

Fuente. El Autor

DIAGRAMA FLUJO DE PROCESO									
PROCESO DE PUNZONADO Y DOBLADO PARA SCREENPANEL PUNZONADO PERSONALIZADO									
Fecha realización		26 de Octubre de 2016		Actual		Propuesto		Economía	
Diagrama No. 01	Página	de		Cantidad	Tiempo (Min)	Cantidad	Tiempo (Min)	Cantidad	Tiempo (Min)
Proceso		Producción		Actividad		Actividad		Actividad	
Actividad		Operación		5	25,0596			5	25,0596
Fabricación		Transporte		7	3,5225			7	3,5225
Tipo de Diagrama		Material	x	Espera	1	17,127		1	17,127
Método		Operario		Inspección	2	0,2618		2	0,2618
		Actual	x	Almacenamiento	4	3,196		4	3,196
		Propuesto		Distancia Total (Metros)	15,2			15,2	0
Area/Sección		Producción AP		Tiempo Total		49,1669		49,1669	0
Elaborado por		Karen Dayana Rodríguez Muñoz Yeisson Fayr Puentes Tellez		Aprobado por		En proceso			
No.	DESCRIPCIÓN						DISTANCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES
1	Corte de piezas						0	1,1952	
2	Inspección corte de piezas						0	0,1328	
3	Transporte a Nivelación de piezas						2,2	0,624	
4	Nivelación de piezas						0	0,2496	
4	Transporte al almacenamiento Nivelación de piezas						1	0,777	
5	Almacenamiento de piezas niveladas						0	0,777	
6	Transporte a punzonado de piezas						3	0,1582	
7	Punzonado de piezas						0	17,127	
8	Punzonado de piezas						0	17,127	
5	Transporte al Almacenamiento de piezas punzonadas						1	0,835	
9	Almacenamiento de piezas punzonadas						0	0,835	
10	Transporte a doblado de piezas						2	0,1032	
11	Doblado de piezas						0	4,9278	
12	Inspección Doblado de piezas						0	0,129	
14	Transporte al almacenamiento de piezas dobladas						1	0,855	
13	Almacenamiento de piezas dobladas						0	0,855	
15	Empaque						0	1,56	
16	Transporte al area de producto terminado						5	0,1701	
17	Almacenamiento producto terminado						0	0,729	
TOTAL		5	7	1	2	4	15,2	49,1669	

Ilustración 6 Diagrama de operaciones para el proceso de screenpanel punzonado personalizado

Fuente. El Autor

En paralelo el otro investigador toma la valoración de desempeño del auxiliar y el operario, al ejecutar cada una de las actividades, con el fin de identificar la experiencia, idoneidad y actitud del trabajador frente a la labor asignada y evaluación de su rol dentro del proceso productivo de la organización Hunter Douglas de Colombia S.A.

# de Muestras		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMA	V.STD
Corte Piezas	V	100	100	100	100	100	100	75	75	75	75	900	90,000
Nivelación de las piezas	V	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000	100,000
Punzonado de piezas	V	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000	100,000
Doblado	V	100	100	100	100	100	100	100	100	75	75	950	95,000

Tabla 3. Toma del desempeño - Hombre

Fuente: El Autor

En la observación de desempeño que se resume en la tabla 3, evidencia que los operarios están calificados para la realización de la actividad. Sin embargo, se ven variaciones en las últimas mediciones, por lo cual se pueden asociar a fatiga o movimientos repetitivos del trabajador.

El criterio de calificación es tomado de la tabla 4, la cual establece la velocidad en la ejecución de la actividad (km/h). De manera que la valoración del desempeño determina rangos de 0 a 130, donde 0 es una actividad nula y 130 es excepcionalmente rápido y que se puede observar detalladamente a continuación:

Valoración	Descripción del desempeño	Velocidad Km/h
0	Actividad Nula	0
50	Muy lento, movimientos torpes inseguros, el operario parece medio dormido, y sin interés	3,2
75	Constante, resuelto, sin prisa como obrero no pagado a destajo, parece lento, pero no pierde tiempo	4,8
100	Activo, capaz, como obrero calificado, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión.	6,4
125	Muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del nivel	8
130	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo, sin probabilidad de durar por largos periodos	9,6

Tabla 4 Rangos de valoración de desempeño Hombre

Fuente: (Salazar López, 2016)

Adicional se toman registros fotográficos de los equipos y herramientas usadas para la elaboración, las cuales se incorporarán a la monografía para complementar las apreciaciones, (Ver anexo 2).

Con base en lo anterior se procede con un diagnóstico DOFA (Tabla 4) evidenciando sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Análisis Interno	F: Fortalezas	O: Oportunidades	Análisis Externo
	Producto bajo pedido Diseños Variedad en los colores Calidad Respaldo	Nuevos segmentos demográficos Personalización de fachadas Nuevas tecnologías Eliminar barreras tradicionales	
	D: Debilidades	A: Amenazas	
	Cuellos de botella Tiempo de entrega Modificaciones Capacitación del personal Fallas en los equipos Motivación del personal Dependencia de proveedores	Productos similares Competencia Precio Instalación Incumplimiento de proveedores Efectos de la economía del país Aspectos sociales y culturales	

Tabla 3 Diagnostico DOFA para Hunter Douglas de Colombia S.A.

Fuente: Autores

La tabla 4, indica la necesidad de eliminar los cuellos de botella que se están generando en el proceso de fabricación de screenpanel, y a su vez la afectación de la entrega del producto al cliente, que ha generado en ciertas ocasiones buscar alternativas como outsourcing en la actividad del punzonado, por ello no se puede garantizar que el producto cumpla con las especificaciones de la ficha técnica causando reprocesos asociadas a garantías.

Adicional, en el recorrido realizado por los investigadores en la planta de Hunter Douglas de Colombia S.A. identifican una maquina escantonadora (Ver anexo 3) usada en la fabricación de bandejas metálicas, que no tiene mayor demanda. Se podría utilizar esta máquina en la fabricación del screenpanel liso, haciendo una pequeña modificación en el troquel, esto permitiría disminuir el cuello de botella presentado en la maquina punzonadora, debido a que se omitiría la operación realizada por el departamento de producto al tener que realizar programación para el punzonado (Lantek) de las piezas lisas, y aumentaría el tiempo de reacción para enfocarse en la fabricación de punzonado estándar y personalizado.

Así mismo, se efectúa una evaluación del uso y manejo del herramental durante los cambios de producto en el proceso de formación de screenpanel, encontrando que las herramientas usadas para otros montajes están alejadas del punto de la actividad, ocasionando que en el cambio de set up se demore en promedio 13,22 minutos. Estos tiempos se relacionan a continuación en la tabla 5. Medición cambio de herramental para fabricación de screenpanel en la compañía Hunter Douglas de Colombia S.A.

Actividad	Mediciones			Promedio
	1	2	3	
Cambio de screenpanel liso a screenpanel punzonado estándar	12,22	13,4	12,53	12,72
Cambio de screenpanel liso a screenpanel punzonado personalizado	13,36	13,59	14,06	13,67
Cambio de screenpanel punzonado estándar a personalizado	13,21	13,19	13,44	13,28

Ilustración 7 Medición cambio de herramental proceso de fabricación screen panel en la compañía Hunter Douglas de Colombia S.A.

Fuente: Autores

Concluyendo, es necesario reducir los tiempos del Set up, interviniendo los desplazamientos del trabajador hasta donde se encuentran los montajes para cada una de las clases de screenpanel (Ver anexo 2). Y así reducir el tiempo promedio en 9 minutos.

7.1.2. Estudio de metodología de mejora continua para el caso de estudio

Los investigadores realizaron consulta bibliográfica de las metodologías existentes para la mejora continua, con el fin de generar previo conocimiento de las metodologías y apuntes destacados que puedan mejorar el proceso productivo de la compañía

Hunter Douglas de Colombia S.A., por lo cual generaron un benchmarking de las metodologías consultadas, que se relaciona a continuación:

Metodología	Aplicaciones	Ventajas	Desventajas
Ingeniería de Métodos	Procedimientos sistemáticos sobre los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras dentro de la problemática de la fabricación	<p>Uso de diagramas de flujo, generando una visión global del proceso</p> <p>Medición del trabajo</p> <p>Valoración de actividades</p> <p>Identificación de tiempos normales</p> <p>Mayor análisis y control de la fabricación</p> <p>Minimización del tiempo requerido para la reducción de trabajos</p> <p>Aumento de la seguridad, salud y bienestar de los trabajadores</p> <p>Administración con sentido humano</p> <p>Permite analizar el proceso, para mejorar y determinar el mejor método</p>	<p>Conformismo de los trabajadores</p> <p>Responsabilidad ambigua, porque queda atribuida al equipo de trabajo</p> <p>Se debe medir con exactitud cada uno de los procesos</p> <p>Requiere mayor concentración del analista</p>
Lean Manufacturing	Modelo de gestión enfocado a la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes.	<p>Productos personalizados</p> <p>Enfoque en el valor agregado</p> <p>Control estadístico para cada línea de producción</p> <p>Eliminar actividades que no agregan valor de primero</p> <p>Medir solo lo necesario</p> <p>Calidad es lo primero</p> <p>Calidad en la fuente</p> <p>La calidad es gratuita</p> <p>Mejorar los equipos actuales primero</p> <p>Usa la mejora de procesos para aumentar productividad</p> <p>Flexible</p> <p>Sistemas “Pull”</p> <p>Minimiza tiempos de ajuste y puesta en marcha</p> <p>Reduce el tiempo de ciclo</p> <p>Disminución de los 7 desperdicios</p>	<p>Rechazo por parte de los trabajadores, cuando no se sensibiliza de los cambios</p> <p>Escases en la cadena de producción</p> <p>Puede crear brechas entre la dirección y los trabajadores</p> <p>El éxito de la implementación depende la disciplina del equipo</p>

Tabla 4 Comparación de metodología de mejora continua

Fuente: Autores

De este modo, la información consultada es resumida en la tabla, 4 donde los investigadores plasman los conceptos más relevantes y de esta forma visualizar de una forma más clara la información.

7.1.3. Selección de metodología de mejora continua para el caso de estudio

Los investigadores para realizar la selección de metodología de mejora continua para la aplicación del caso de estudio, realizan una evaluación por ponderación que se relaciona a continuación:

Criterios	Modelo				
	5s	Kanban	Mapa del flujo de valor	Ingeniería de tiempos y movimientos	Smed
Clientes		11%	11%	11%	
Liderazgo				11%	11%
Planeación	11%		11%	11%	11%
Información/conocimiento	11%			11%	11%
Personal	11%	11%		11%	11%
Procesos	11%	11%	11%	11%	11%
Mejoramiento continuo	11%		11%	11%	11%
Impacto social				11%	11%
Resultados	11%	11%	11%	11%	11%
Ponderación	67%	44%	56%	100%	89%

Tabla 5 Valoración metodologías de mejora continua

Fuente: Autores

Y de acuerdo a la necesidad evidenciada en el proceso mediante el diagnostico DOFA, la determinación del flujo del proceso junto con el diagrama de operación se determina que la metodología más apropiada para el caso de estudio, fabricación de screenpanel

en la compañía Hunter Douglas de Colombia S.A. corresponde a la ingeniería de tiempos y movimientos, de la mano de un análisis SMED.

7.2. Discusión

Como se mencionó en el numeral 5.1. Estado del arte, para esta investigación en la búsqueda bibliográfica, no se encontraron investigaciones que estuvieran desarrollando la aplicación de una metodología de mejora continua al sector de metalmecánica en la fabricación de producto arquitectónico, ni a palabras claves como la mejora de los procesos para una producción bajo CNC, asociadas a palabras claves como producción CNC, producto arquitectónico, mejora continua asociado a producción en CNC y entre otras, que se aplicaron en el buscador bibliográfico de la Universidad ECCI y verificación a nivel nacional en buscadores como la Biblioteca de la Universidad Nacional, la Biblioteca Luis Ángel Arango e internacional en repositorios bibliográficos como Dialnet y Redalyc, concluyendo que es un sector poco estudiado. Por lo tanto, esta investigación aportaría en gran medida a la comunidad educativa e industrial, en vista a que no ha sido un caso de estudio.

7.3. Conclusiones y recomendaciones

De las metodologías existentes e investigadas, en la industria surgen diversas aplicaciones a los sistemas productivos sea de servicio o producto. Pero más que ello, corresponde a la gestión del proceso del poder establecer una o más mejoras al proceso encaminado al apoyo de la alta dirección y una gran sensibilización a los trabajadores que en últimas son las personas que hacen el éxito de una propuesta de mejora. Por lo cual, al aplicar una mejora se tiene que tener en cuenta los diferentes aspectos que pueden afectar su implementación. Así que, el analista o investigador debe ser muy estratégico para que en el proyecto estos factores se encuentren evaluados e inmersos en la implementación.

Por consiguiente, después de realizar la documentación pertinente del marco teórico y evaluación del layout de la compañía Hunter Douglas de Colombia S.A. así como, generando los diferentes diagnósticos y análisis, se concluye que, se debe aplicar la metodología de SMED e ingeniería de métodos, en vista a la necesidad de liberar la carga de las máquinas y aumentar su productividad. Puesto que, existe una relación entre el cuello de botella de la línea de producción para las tres clases de producto de screenpanel (liso, punzonado estándar y personalizado). Por lo cual, es evidente la necesidad de generar una automatización con sentido humano, es decir, se propone adecuar la máquina escantonadora para fabricar el screen panel liso, ya que solo requiere de los cortes esquineros que se podría realizar mediante una pequeña modificación al troquel de corte, esto permitiría aumentar la capacidad de la maquina punzonadora, pues se enfocaría en punzonado estándar y personalizado.

También, realizar la eliminación de los desplazamientos innecesarios del trabajador a la hora del cambio de set up. Dado que, en la actualidad se encuentran a una distancia de 15 metros, esto se puede corregir mediante la aplicación de la metodología de SMED, realizando reubicación y clasificación del herramental para cada montaje, usando ayudas visuales como color para la identificación del tipo de screenpanel y un stand cerca a la maquina, que permitiría reducir un tiempo de cambio de dos dígitos a un solo dígito.

Esta implementación liberaría carga y tiempo al dibujante de ingeniería de producto, que podría optimizar este tiempo en otros procesos y productos. Debido a que, al reducir la carga de la maquina punzonadora y utilizar la maquina escantonadora, el dibujante no tendría que proyectar los cortes que se están realizando en la maquina punzonadora, puesto que, se harían en la maquina escantonadora.

Adicional, se recomienda establecer un plan de pausas activas a los trabajadores, con el fin de disminuir fatigas o posibles cansancios durante la jornada laboral generado por movimientos repetitivos. Así, como modelar cambio de actividad entre trabajadores, es decir, programar por ciertos lapsos cambio de la actividad que se ejecuta entre auxiliar y operario; en actividades simples que se encuentren al alcance de los perfiles.

Otro punto corresponde al aumento de la calidad en el producto, dado que el producto se estaría realizando 100% en la planta, y los auditores de calidad podrían inspeccionar todos los pedidos en las instalaciones de Hunter Douglas de Colombia S.A. Por lo cual, se aumentaría el margen de ganancia para la compañía, debido a la reducción de reprocesos por garantías, de productos manufacturados por outsourcing. Como el costo que corresponde a la maquila y transportes causados por los aliados estratégicos.

Así mismo, se recomienda a las personas relacionadas al campo de investigación, ampliar la experiencia de esta investigación, debido a que el presente documento se tomó una muestra reducida pero apta para la presente investigación, como tomar en cuenta los diferentes factores que tal vez puedan estar interviniendo en el caso de estudio y que los investigadores no tuvieron en cuenta.

8. Bibliografía y web grafía

- Aldavert, J., Vidal, E., Lorente, J., & Aldavert, X. (2016). *5S para la Mejora Continua*. Editorial Cims Midac.
- Arbós, L. C. (2011). *Organización de la producción y dirección de operaciones*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Barón Maldonado, D. I., & Rivera Cadavid, L. (2014). Como una microempresa logro un desarrollo de productos ágil y generador de valor empleando Lean. *Redalyc*, 40-47.
- Calle, M. A. (2011). Medio ambiente y bienestar animal en la norma ISO 26000. *Dinero*.
- Calva, R. C. (2011). *Lean Six Sigma Toc*.
- Cardona Betancurth, J. J. (2013). Modelo para la implementación de técnicas Lean Manufacturing en empresas editoriales. *Universidad Nacional de Colombia*, 1-211.
- Carreras, M. R., & Garcia, J. L. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
- Consejo Colombiano de Constitución Sostenible - CCCS. (4 de Noviembre de 2016). Obtenido de Consejo Colombiano de Constitución Sostenible - CCCS: <https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-lead/>
- Cruelles, J. A. (2012). *Despilfarro Cero: La mejora continua a partir de la medición y reducción del despilfarro*. Barcelona: Marcombo S.A.
- Cuatrecasas, L. (2010). *Lean management: la gestión competitiva por excelencia*. Barcelona: Profit Editorial.
- Douglas, H. (9 de Septiembre de 2016). *Hunter Douglas*. Obtenido de Hunter Douglas: <http://www.hunterdouglas.com.co/ap/co/acerca-de-hd>
- Galgano, A. (2004). *Las tres revoluciones: caza del desperdicio: Doblar la productividad con "Lean Production"*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- García, A. A. (1998). *Conceptos de Organización Industrial*. Barcelona: Marcombo S.A.
- García, M. Á., Angulo, P. S., Martín, J. J., & Melero, J. G. (2012). Definición de una metodología para una aplicación práctica del SMED. *Técnica Industrial*.
- Generalidades Ingenieria de Metodos. (2008). *Virtual Pro*.
- González Díaz, S. P., & Gonzále Navas, M. B. (2015). Análisis de factibilidad de implementación de un sistema visual automatizado para el control de calidad en la producción en empresas manufactureras en las ciudades de Leon y Silao, Guanajuato. *Jovenes en la ciencia, Revista de divulgación científica*, 18-21.

- Gonzalez, I. H. (11 de Julio de 2012). *Wordpress*. Obtenido de www.wordpress.com
- Juárez López, Y., Pérez Rojas , A., & Rojas Ramírez, J. (2012). Diagnóstico de Procesos Previos a la Aplicación de la Manufactura Esbelta. *Nexo Revista Científica*, 09-17.
- Kanba: control y mejora de procesos. (2012). *Vision Industrial*.
- Meison, P. (2013). *El trabajo en la Posmodernidad*. Granica.
- Meyers, F. E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura agil*. Pearson Educación.
- Pedraza, L. M. (2010). Mejoramiento productivo aplicando herramientas de manufactura esbelta . *Revista Soluciones de Postgrado EIA*, 175-190.
- Pinilla, L. F. (2014). Estudio de tiempos y movimientos, la medición de la productividad. *Metal Actual*, 64.
- Rodríguez Casteleiro, M. d., & Zamora Fonseca, R. (2015). Propuesta de un procedimiento para lograr la integración de los sistemas de gestión implementados para la mejora del desempeño de la empresa termoeléctrica cienfuegos. *Revista multidisciplinar de la Universidad de Cienfuegos*, 133-139.
- Sacristán, f. R. (2005). *Las 5S: Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Salazar López, B. (30 de Octubre de 2016). *Ingenieria Industrail*. Obtenido de Ingenieria Industrial: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com>
- Sanchez, J. V., & Masriera, J. A. (2013). *Gestion de la producción en la empresa: planificación, programación y control*. Madrid: Larousse - Ediciones Piramide.
- Tejero, J. J. (2016). *Organización de la Producción Industrial*. Madrid: Esic.
- Valencia Vanegas, S. P. (2013). La filosofía LEAN aplicada a la gerencia de proyectos. *Universidad Nacional de Colombia*, 1-89.
- Villadiego Tuiran , M. C. (2012). Diseño metodológico para la implementación del value stream mapping (VSM) en una empresa de manufacturera colombiana dedicada al mecado de ascensores. *Universidad Nacional*, 1-162.

9. Anexos

9.1. Anexo 1

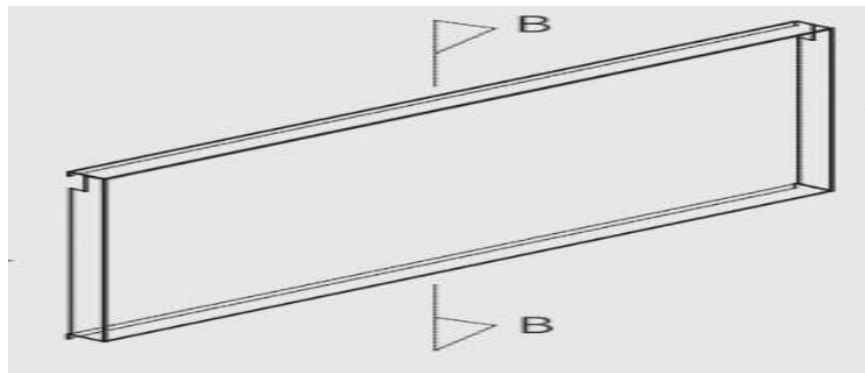


Ilustración 8 Imagen producto arquitectónico screenpanel liso

Fuente: Hunter Douglas de Colombia S.A.

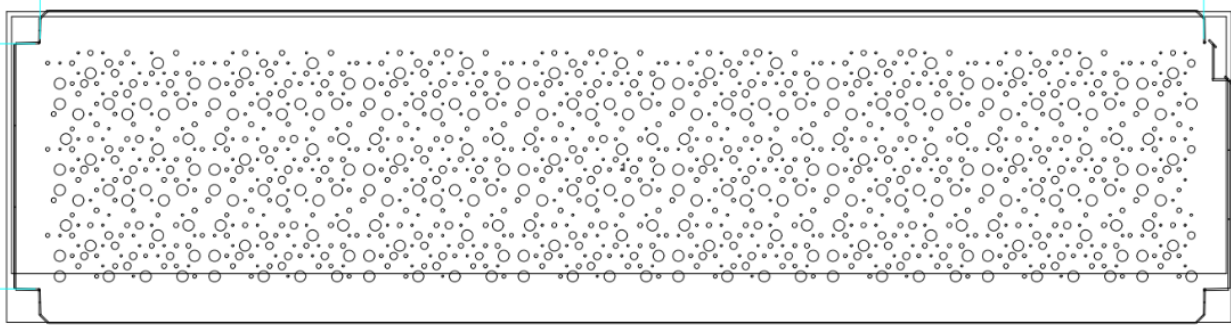


Ilustración 9 Imagen producto arquitectónico screenpanel punzonado estándar

Fuente: Hunter Douglas de Colombia S.A.

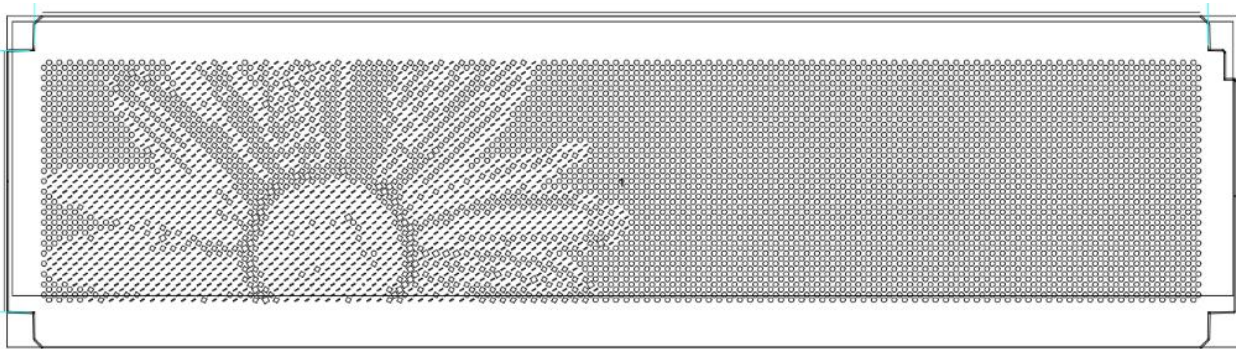


Ilustración 10 Imagen producto arquitectónico screenpanel punzonado personalizado

Fuente: Hunter Douglas de Colombia S.A.

9.2. Anexo 2

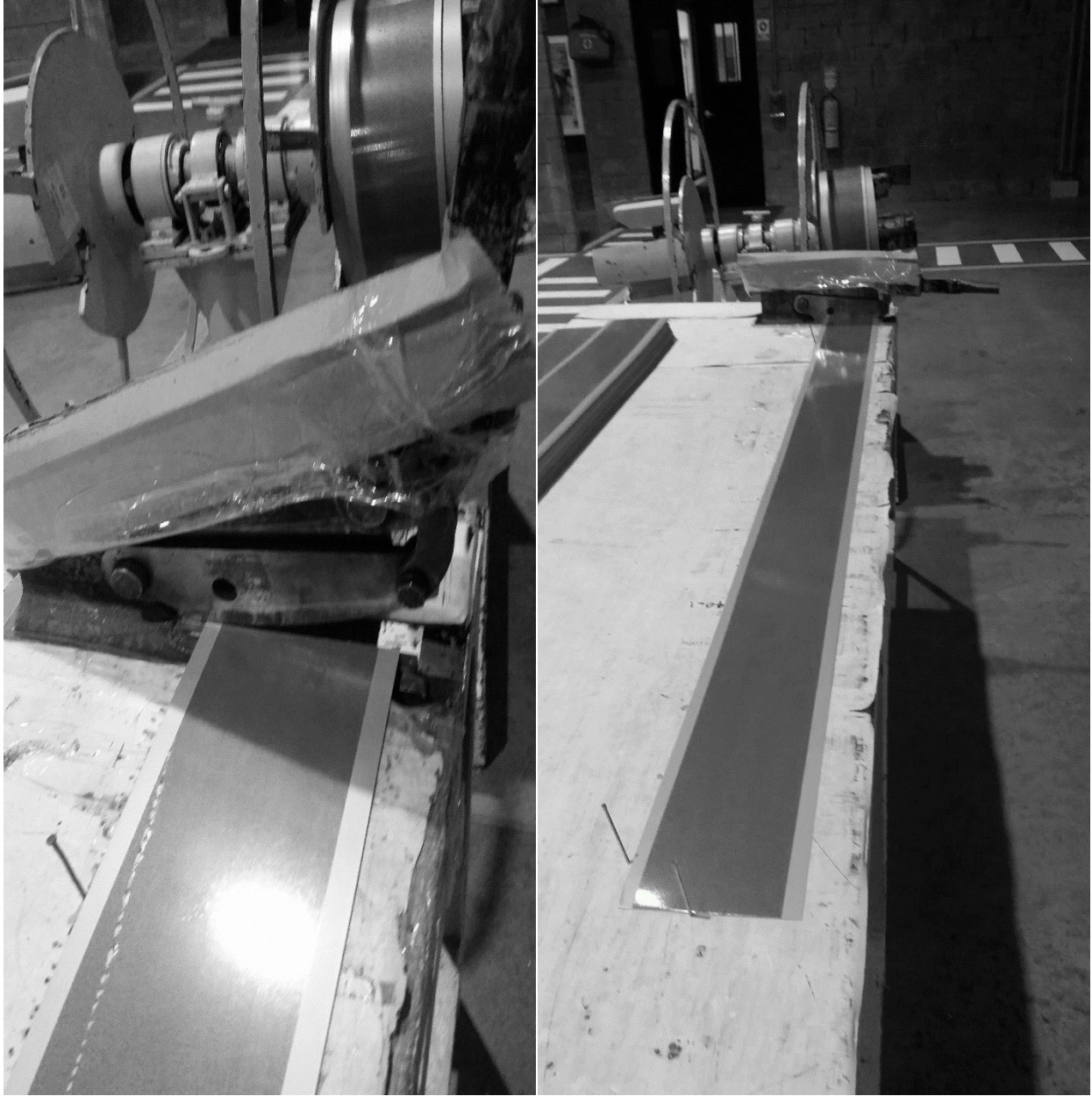


Ilustración 11 Corte de piezas en el proceso de fabricación screenpanel

Fuente: Autores



Ilustración 12 Máquina niveladora de fleje cortado, que efectua nivelacion de piezas para la fabricacion de screenpanel

Fuente: Autores





Ilustración 13 Maquina punzonadora, que efectúa las perforaciones del panel screenpanel

Fuente: Autores



Ilustración 14 Máquina dobladora, que efectúa dobleces al screenpanel

Fuentes: Autores

9.3. Anexo 3



Ilustración 15 Maquina escantonadora, usada para la fabricación de bandejas metálicas

Fuente: Autores