

# APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CADENA DE VALOR DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SILLAS PARA OFICINA<sup>1</sup>

## APPLICATION OF LEAN MANUFACTURING TOOLS TO IMPROVE VALUE CHAIN PRODUCTION LINE OF OFFICE CHAIRS

María Jimena Wilches-Arango<sup>2</sup>  
Juan Carlos Cabarcas Reyes<sup>3</sup>  
Jorge Lucuara y Rubiela Gonzalez<sup>4</sup>

### FORMA DE CITACIÓN

Wilches, M. J., Cabarcas, J. C., Lucuara, J. y Gonzalez, R. (2013). Aplicación de herramientas de manufactura esbelta para el mejoramiento de la cadena de valor de una línea de producción de sillas para oficina. *Revista Dimensión Empresarial*, vol. 11, Núm. 1, pp. 126-136.

### RESUMEN

Los sistemas de producción pueden representarse y analizarse como una cadena de valor que muestre las actividades realizadas para lograr la generación de productos o servicios ofrecidos a los clientes finales. Sin embargo al hacer esto, es muy común encontrarse con actividades que en realidad no le agregan valor a estos productos o servicios lo que implica un impacto negativo en la productividad del sistema. Estas actividades pueden ser clasificadas como desperdicios según la filosofía de la manufactura esbelta, la cual a su vez nos brinda herramientas que nos permiten eliminar estos desperdicios y de esta manera mejorar el flujo e incrementar la productividad de estos sistemas de producción. En este artículo, resultado de una investigación aplicada, se muestra el análisis y mejoramiento de la cadena de valor una línea de producción de sillas para oficina. Primero se presentan los desperdicios identificados en la cadena de valor, luego se determinan las herramientas de manufactura esbelta más apropiadas para su eliminación y finalmente se hace un análisis costo-beneficio para la implementación de las herramientas propuestas.

**Palabras clave:** Cadena de valor, manufactura lean, productividad, flujo, desperdicio.

### ABSTRACT

The production systems can be represented and analyzed as a value chain that shows the activities made to achieve the generation of products or services offered to end customers. But in doing so, it is very common to find activities that do not really add value to these products or services which implies a negative impact on system

<sup>1</sup> Artículo de reflexión. Recibido en febrero 13 de 2013. Aceptado en abril 1 de 2013.

<sup>2</sup> Magíster en Ciencias de la Ingeniería Industrial, Profesor Tiempo Completo, Programa de Ingeniería Industrial, Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla, Colombia, Grupo de investigación: Gestión Moderna de Operaciones (GeMop). Correo: mwilches@uac.edu.co

<sup>3</sup> Magíster en Ciencias de la Ingeniería Industrial, Profesor Tiempo Completo, Universidad del Atlántico, Programa de Ingeniería Industrial, Gestión Moderna de Operaciones (GeMop), juancabarcas@mail.uniatlantico.edu.co

<sup>4</sup> Estudiante de X semestre de Ingeniería industrial, Universidad Autónoma del Caribe, Miembros del semillero de investigación, Gestión Moderna de Operaciones (GeMop), jorge.lucuara@uac.edu.co, rubiela.gonzalez@uac.edu.co

productivity. These activities can be classified as waste according to the philosophy of Lean Manufacturing, which in turn provides us with tools that allow eliminating this waste and thereby improving the flow and increasing the productivity of these production systems. In this paper, which is an applied research result, it is shown the analysis and improvement of the value chain of a production line of office chairs. Firstly, waste are identified in the value chain, then is determining the most appropriate lean tools for removal and finally a cost-benefit analysis is made for implementing the proposed tools.

**Keywords:** Value chain, lean manufacturing, productivity, flow, waste.

## INTRODUCCIÓN

El éxito de muchas empresas no radica en los grandes volúmenes de ventas que se pueden obtener disminuyendo los precios de los productos, sino que depende de que tan satisfechos estén los clientes en cuanto a calidad de los productos, tiempos de entrega reducidos, flexibilidad y confiabilidad; que es lo que clientes definen como valor. Teniendo en cuenta la necesidad de mejorar y adecuarse a los cambios que el futuro trae para los empresarios y el hecho de incorporarse de una mejor manera en el mercado, los Japoneses Eiji Toyoda y Taiichi Ohno, de la Toyota Motors Company, utilizaron el concepto de *Lean Manufacturing*, el cual se basa en técnicas que para mejorar, optimizar y maximizar las oportunidades de mejoras que se presenten dentro de los procesos. La idea de la manufactura esbelta es crear un sistema de producción libre de desperdicios, los cuales pueden ser clasificados como desperdicios de tiempo, de transporte, de material, de espacio y hasta de personas; para minimizar dichos desperdicios o “mudas”, como se llama en japonés. El artículo presenta un análisis que se realizó a una de la cadena de valor de una línea de producción de sillas para oficina.

En el sentido descrito arriba, se puede enunciar como problema del artículo lo siguiente: la empresa en estudio es una pequeña empresa que se dedica a la producción de sillas para oficina. Esta empresa se caracteriza por darle un mayor valor agregado a todos sus productos en cuanto a tapicería, telas y plásticos, con una amplia gama de colores, texturas y estilos en los asientos de cada uno de sus modelos de sillas. Realizando un análisis de la línea de producción se puede observar que se presenta disposición limitada del espacio físico de la planta, disminuyendo el libre flujo del proceso productivo y aumentando la posibilidad de que ocurra un accidente laboral; gran cantidad de materia prima en inventario, y materiales de proceso en los pasillos, posiblemente por la compra periódica de grandes volúmenes de materia prima para beneficiarse con los descuentos y disminuir costos de insumos; la presencia de herramientas de trabajo dispersas en toda el área de producción; reproceso asociados a errores en las etapas

del proceso; y además de un flujo del material en proceso basado en lotes variables. Cualquier mejoramiento que las herramientas de la manufactura esbelta puedan producir en esta línea, agregará un alto valor a la empresa en su productividad.

## ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO

Para llevar a cabo el proyecto se revisaron las investigaciones más recientes y relevantes acerca del tema, para determinar qué tan factible es lo que se propone en la investigación.

El término *Lean* fue acuñado por un grupo de estudio del Massachusetts Institute of Technology para analizar en el nivel mundial los métodos de manufactura de las empresas de la industria automotriz. El grupo destacó las ventajas de manufactura del mejor fabricante en su clase (la empresa automotriz japonesa Toyota) y denominó como *Lean Manufacturing* al grupo de métodos que había utilizado desde la década de los años sesenta y que posteriormente se afinó en la década de los setenta con la participación de Taiichi Ohno y Shigeo Shingo, con objeto de minimizar el uso de recursos a través de la empresa para lograr la satisfacción del cliente, reflejado en entregas oportunas de la variedad de productos solicitada y con tendencia a los cero defectos. Este estudio demuestra que la Manufactura Delgada (*Lean*) usa menos de cada cosa en la planta, menos esfuerzo humano, menos inversión en inventarios de materiales y herramientas, menos espacio y menos horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto (Womack, Jones y Ross, 1990). En la Manufactura Delgada (*Lean*) se ha eliminado el compromiso entre productividad, inversión, calidad y mezcla o variedad de productos. Como ejemplos, durante la década de los años ochenta Sony de Japón introdujo más de 200 modelos de *walk man* y la empresa japonesa Seiko introdujo un reloj por cada día hábil (Hayes y Pizzano, 1994). En México se han adelantado avances en cuanto a Manufactura Lean. En su artículo, Reyes (2002), explica las metodologías de Manufactura Lean y Seis sigma, y comparte las experiencias en algunas empresas de manufactura y los resultados del IV Censo Anual de Manufacturas en los países del TLC y Australia desarrollada por la revista

norteamericana *Industry Week*, en donde se observó las prácticas de manufactura esbelta en una muestra de 108 encuestados se tienen 17 con manufactura celular, 14 con cambios rápidos y Kanban; y 21 con producción de flujo continuo (Perea, 2001).

Otros resultados derivados de la misma encuesta muestran que: El 40% de los participantes afirmaron conocer el concepto de manufactura esbelta y muchos de ellos ya habían iniciado la implantación de algunos métodos; 9.4% de los participantes ya aplicaban en su totalidad el TPM y otro 18% tiene un avance de 51% en promedio; 3.1% ya implantó el método de cambio rápido y otro 22% tiene un 55% en promedio de avance; 3.1% ya aplicaba el control de calidad cero y 25% informó que lo había implementado en un 51%; 3.1% operaba con *Kanban* y Justo a Tiempo en el 100% y en el 28% de los casos se ha avanzado en un 70%; 3.1% ya han implementado *Kaizen* para solución de problemas y el 15% reportó avances de un 74%; 16% de los participantes ya trabajaba con celdas de manufactura y otro 12% tiene un avance del 61% en promedio.

Cabe anotar que dentro del concepto de Lean Manufacturing se han creado varias herramientas tales como 5s, SMED, Kanban, *Kaizen* etcétera., y cada una de ellas tiene su manera de aplicarse. Por ejemplo el método de las 5s, el cual recibe su nombre por considerar cinco aspectos cuya redacción en japonés inicia con una S, como sigue: *Seiri* – organización; *Seiton* – orden; *Seiso* – limpieza; *Seiketsu* – estandarización; *Shitsuke* – disciplina (Hurano, 1996), inicia con la organización, es decir, retirar todo lo que no se utiliza en las áreas de trabajo, identificando con una tarjeta roja lo que está dudoso y colocándolo en un área específica para revisión posterior; el orden implica tener un lugar bien identificado para cada cosa, para lo cual pueden usarse siluetas, cuadros, colores, etiquetas etcétera.

La limpieza significa mantener pulcras las áreas de trabajo, por lo que se deben proporcionar los accesorios adecuados para ello. La estandarización implica desarrollar procedimientos para asegurar el mantenimiento del orden y la limpieza, mientras que la disciplina se refiere a crear su hábito, más que por procedimiento, por costumbre (Osada, 1991). Así mismo, el ciclo de mejora *Kaizen* se forma de cuatro pasos: persuadir al personal a participar; motivarlos a hacer propuestas y generar ideas; revisión, evaluación y guía; reconocimiento y recomendaciones (Grazier, 1992). Otro método de Lean es el SMED, el cual se usa para reducir los tiempos de cambio de modelo en las máquinas o líneas de producción. El método fue denominado por su autor (Shingo, 1985) como “Cambio de dados en menos de diez minutos” o “Single Minute Exchange of Die” (SMED), cuyo objetivo es hacer efectivamente los cambios de herramientas en menos de 10 minutos. El Kanban, que significa tarjeta, proporciona una

señal como información para producir y recoger, transportar productos; evita producir en exceso sólo por ocupar los equipos; sirve como orden de trabajo para los operadores; evita que se avancen productos defectuosos al siguiente nivel de ensamble; revela la existencia de problemas y sirve como control de los inventarios (Ohno, 1998). Mora y Castillo (2001) aseguran que los diversos métodos de la Manufactura Lean requieren del liderazgo y compromiso de la alta dirección en las empresas y mucho énfasis en el desarrollo del trabajo en equipo, incluyendo el desarrollo personal. Esta metodología se puede aplicar a la micro y pequeña empresa, con cambios en la cultura y estilos de dirección. Por ende el principal beneficio al utilizar los métodos de Manufactura Lean es el “adelgazamiento” de la empresa haciéndola mucho más flexible y operando con recursos mínimos para la manufactura, logrando ventajas competitivas en rapidez de respuesta, costos reducidos, con lo que se satisface al cliente y se puede reducir la tensión a la que están sometidos los gerentes y empleados. En Colombia también se han adelantado estudios acerca de Manufactura Lean y uno de ellos fue el que realizó la empresa Americana de Colchones, el cual consiste en el diseño de un modelo de aplicación de herramientas de manufactura esbelta desde el desarrollo y mejoramiento de la calidad en el sistema de producción, en el cual se obtuvieron los siguientes resultados (Niño y Olave, 2004):

- Las personas de la organización deben reconocer la implementación de herramientas de manufactura como un proceso de mejoramiento continuo, por lo cual debe haber un responsable en cada etapa y mecanismos de control.
- Todas las valoraciones y cálculos realizados en el proyecto deben revisarse de forma periódica y ajustarse de acuerdo con los cambios y modificaciones que se presenten de la realidad, de tal forma que el modelo pueda ser desarrollado en diferentes escenarios reales.

Otros de los avances en cuanto a este tema, se encuentran plasmados en Ballesteros (2008), en el cual se pueden encontrar conclusiones como las siguientes:

- El sistema de producción esbelta está asociado fuertemente con el sentido común y por eso su implementación exige una adecuada preparación en la cultura organizacional, donde todos, directivos y empleados estén comprometidos a cambiar sus tradicionales formas de pensar y de trabajar.
- El enfoque del sistema es la eliminación de toda clase de desperdicios (o muda).
- Para implementar de este sistema en las empresas colombianas es determinante el compromiso de la

alta dirección o gerencia, que con una buena dosis de sentido común y con suficientes recursos económicos para invertir en tecnología y capacitación se puede respaldar esta clase de proyectos.

Así mismo, Angulo y García (2007), concluyen lo siguiente:

- Las políticas de control esbelto son herramientas útiles para el rendimiento del sistema productivo. La mayor ventaja de implementar el sistema jalar incluye la reducción del tiempo de ciclo, y la flexibilidad económica.
- Mientras que los sistemas Kanban mantienen un rígido control del WIP a través del uso de tarjetas individuales en cada estación de trabajo, los sistemas de CONWIP son más fáciles de ejecutar y de ajustar.

Toyota, con el apoyo de Taichi Ohno y ShingoShingeo, introdujo un sistema para reducir o eliminar los desperdicios y las actividades que no agregan valor al proceso (Alukal, 2003). Ellos afirman que la fabricación esbelta ha sido descrita como una filosofía que busca eliminar procesos innecesarios para alinear los procesos en un flujo continuo, y utilizar los recursos con el fin de resolver problemas en un proceso continuo. La manufactura esbelta (lean) abarca muchas estrategias y actividades que le son familiares a la mayoría de los ingenieros industriales. Hancock (1998) define en su forma más simple, manufactura esbelta es sobre: Hacer que el producto fluya a través del proceso, eliminar el desperdicio (no eliminar actividades que añaden valor), reducir el tiempo de fabricación total (incluidos los procesos administrativos y físicos) para un producto y la mejora continua. Asegura Padilla (2010) que esta filosofía se refiere a un conjunto de técnicas desarrolladas por la compañía Toyota que sirve para mejorar, optimizar y maximizar las oportunidades de mejoras que se presenten dentro de los procesos operativos de cualquier compañía industrial, sin importar el tamaño ya que el objetivo es minimizar el desperdicio o “muda”, el cual puede ser de tiempo, productos defectuosos, transporte almacenajes, maquinaria y hasta capacidades de personas. En su libro, Womack, Jones y Roos (1990), mencionan que este conjunto de técnicas incluye el justo a tiempo (JIT), Jidoka (Automatización con un toque humano), Kaizen (Mejoramiento continuo), PokaYoke (A prueba de fallos), 5s, Heijunka (Designación del alisamiento del programa de producción por el volumen y la mezcla de productos fabricados durante un tiempo dado), Takt time, Andon (Sistema de señales para mostrar anomalías en el proceso), SMED (Reducción de tiempos de preparación) y TPM (Mantenimiento total productivo), entre otros. La manufactura esbelta busca minimizar el uso de recursos a través de la empresa, para lograr la satisfacción del cliente, reflejado en entregas oportunas de la variedad de productos solicitada y con tendencia a los cero defectos. Esta filosofía utiliza menos de cada cosa en la planta, menos esfuerzo humano, menos inversión en inventarios de materiales y

herramientas, menos espacio y menos horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto.

Dentro de los objetivos que persigue la manufactura lean esta desarrollar una filosofía de mejora continua, la cual le permita a las compañías eliminar los desperdicios o mudas que se presentan durante toda la cadena de valor, en los diferentes departamentos de la misma. Logrando obtener por consiguiente reducción de costos, optimización de procesos, mejoras en la calidad de los productos y/o servicios, mejoras en la productividad, disminución de tiempos muertos, entre otros. Llegando así a conseguir la satisfacción del cliente. La manufactura Lean proporciona una serie de herramientas para subsistir en el mercado global y ser competitivos dentro del mismo (Niño y Olave, 2004). Los mismos aseguran que éste sistema se distingue por los siguientes principios:

- Define el valor e identifica la cadena de valor para su producto.
- Elimina todos los pasos innecesarios en toda cadena de valor.
- Crea flujo de valor: que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.
- Toda actividad es halada por el cliente: una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basados en pronósticos de ventas a largo plazo.
- Persigue la perfección continuamente.

Para el cliente las actividades que agregan valor al producto son aquellas por las que está dispuesto a pagar; se identifican porque generalmente son las operaciones que lo transforman en su forma física o integran el servicio, por ejemplo, las operaciones necesarias para modificar materias primas y materiales en un producto terminado. Dentro de las actividades que no agregan valor se tienen los re-procesos al producto, los tiempos de espera y las inspecciones, los almacenamientos, las demoras, etcétera (Wish y Wish, 2001).

Entonces muda significa “pérdida o desperdicios, específicamente cualquier actividad humana que absorba recursos pero que no cree valor”, dentro de este marco el valor corresponde a lo que el cliente defina como tal. Así pues desperdicio en este contexto es toda mal utilización de los recursos y/o posibilidades de las empresas. Se desperdician tantas horas de trabajo por ineficacia en la programación y planificación de las tareas, como también se desperdician posibilidades de ganar nuevos mercados

por carecer de productos de calidad o por exceso en sus costos (Womack y Jones, 1996). Las mudas clasifican en las siguientes categorías: sobre-producción, inventario, talento humano, productos defectuosos, movimientos, reprocesamiento, espera y transporte (Barrios y Sira, 2006). Finalmente, en su artículo, Cabarcas y Wilches (2011) anotan que la implementación de las alternativas de solución de problemas de manufactura basadas en la filosofía Lean, es relativamente sencilla y generalmente son viables técnica y económicamente. Esto motivó aún más la realización del proyecto que dio como fruto el presente artículo.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Antes de identificar los desperdicios o mudas que afectan a la línea de sillas de oficina, es importante mencionar cuales son las áreas y procesos que conforman dicha línea. La línea de sillas está conformada por tres áreas dentro de las cuales está: metalmecánica, en donde se encuentran los procesos de formado, corte, troquelado, doblado y soldadura; el área de acabado superficial, conformado por los procesos de limpieza, pintura y horneado y el área de ensamble el cual es donde finalmente se arman las sillas. A continuación se presenta una breve descripción del proceso de fabricación de las sillas:

#### Área: metalmecánica

El proceso de fabricación inicia con la recepción de la materia prima principal. Esta consta de tubos metálicos laminados en frío de diferentes diámetros,  $\frac{1}{2}$ ,"  $\frac{3}{4}$ ", 1", y diversos calibres o espesores 16, 18, 20 entre otros y su posterior almacenamiento. Luego se procede a definir el diseño de la referencia requerida, con el fin de realizar el alistamiento de las maquinas herramientas. La primera operación de esta área es:

#### Formado:

Consiste en ovalar los tubos metálicos circulares, los cuales tienen 6 metros de longitud y pasan por una serie de rodillos calibrados en secuencia, que cumplen la función de darle forma elíptica u ovalada a dichos tubos, los tubos se colocan sobre un soporte metálico que consta de un par de deslizadores en cada extremo y está colocado en frente y en paralelo de máquina, este soporte está a la misma altura de la formadora en la cual, se introducen los tubos uno a la vez; el operario se encarga de mantener estable la tubería para evitar deformaciones o inconformidades. Este proceso puede ser realizado por dos operarios, uno en cada extremo de la formadora, se acostumbra a formar la mayor cantidad de tubería posible, debido a que es una de las tuberías más utilizadas para fabricar varias referencias. Por último la tubería formada es almacenada temporalmente

en otra estructura, a espera de ser utilizada para iniciar el proceso de corte.

#### Corte:

En este proceso se procede a cortar la tubería de una forma específica o sobre medida, dependiendo del tamaño requerido por el diseño. La empresa cuenta con tres máquinas de corte que varían en su tamaño y capacidad. La operación de corte es realizada por un operario el cual se encarga de cargar la maquina con la tubería a cortar, se asegura de medir la longitud requerida por el diseño, también configura la máquina para el corte a realizar y la pone en funcionamiento, luego que la máquina termina la operación el trabajador descarga la máquina finalizando así el ciclo.

#### Troquelado:

En este proceso se le dan a los diferentes tubos, formas y cortes especiales, a la vez que se perforan dichos tubos para el ajuste de tornillería. Dependiendo del diseño, se requieren tubería especialmente doblada, o cortes en "U", para un tipo de ensamble; este trabajo mecánico se realiza de forma precisa y rápida, con la *troqueladora neumática*. El operario tiene la función de cambiar las diversas herramientas que la máquina utiliza para cortar, doblar, punzonar entre otras funciones.

#### Doblado:

En este proceso las piezas pasan a la *dobladora neumática*, la cual realiza una curvatura a un ángulo previamente seleccionado en el control de la máquina herramienta. El operario se encarga de la configuración de la máquina, el cargue de tubería y el descargue de la misma en la máquina luego de realizada la operación.

#### Soldadura:

Después de haber sido preparado todo el material, se procede a unir las piezas provenientes de los procesos anteriores permanentemente con soldadura; esta es la última operación del área de metalmecánica. En este proceso se encuentran tres equipos de soldadura MIG MAG el cual consiste en arco eléctrico que funde el rollo de soldadura protegida por un gas inerte, entonces se unen las partes que se requieren totalmente fijas, una a una, de forma detallada de acuerdo con las especificaciones.

#### Área: acabado superficial

Esta es el área siguiente de metalmecánica luego de que la estructura metálica previamente soldada, un operario la transporta a la zona de limpieza química que consta de

una serie de tanques que contienen una serie de líquidos que aseguran un acabado superficial óptimos previos a la pintura, la cual es aplicada a las estructuras metálicas en forma de polvo adherido por medios electrostáticos que necesitan ser horneados a una temperatura superior a 180°C requeridos para fundir la pintura con el metal.

#### *Limpieza Química:*

En esta área se realiza el lavado, desengrase, y tratamiento del material, se montan en una estructura que tiene forma de cajón rectangular metálico, se eleva con una grúa de carga o malacate y se introducen en albercas medianamente llenas en primera instancia con un desengrasante, para liberarlo de los aceites que trae el metal en la superficie, luego se enjuaga entrada por salida en otra alberca que contiene agua, siguiendo el proceso pasa a un ácido para quitarle el óxido que pueda traer y donde demora aproximadamente cerca de 5 minutos, luego se saca y se sumerge nuevamente en la próxima alberca, la cual contiene agua para enjuagar, de donde se saca de inmediato, luego se introduce en la siguiente alberca la cual contiene fosfato que se utiliza como anticorrosivo industrial y se deja allí por cerca de 10 minutos; luego se retira y se introduce por último en una composición química llamada sellador, que le da una textura sin imperfecciones en la superficie metálica, es un acabado superficial excelente.

#### *Pintura:*

Ya seco el material, se procede a pintar en una cabina, en la cual a través de una estructura corrediza, se montan y desplazan una a una las sillas para pintarlas con un equipo electrostático, el cual se encarga de la aplicación de la pintura en polvo. Se utiliza para crear un acabado duro que es más resistente que la pintura convencional. El proceso se lleva a cabo en una instalación equipada con cabinas para la aplicación con pistolas electrostáticas.

#### *Horneado:*

Después de pintadas las estructuras de las sillas entran a un horno y permanecen entre 30 y 45 minutos dependiendo del tipo de pintura, a una temperatura de 150 grados centígrados. Después que salen del horno, se dejan reposar al medio ambiente, y luego del reposo son trasladados a la zona de ensamble final.

#### **Área: ensamble**

En esta área concurren todos los insumos necesarios para el armado de las sillas, en donde se atornillan las partes plásticas, brazos, asientos, espaldares, estructuras metálicas. Este proceso de ensamble manual se lleva a cabo de forma muy detallada y cuidadosa. Ya terminado el ensamble final, se procede a inspeccionar el producto

y verificar que cumpla con los requerimientos del diseño inicial, se empaican y se transportan.

#### **4. IDENTIFICACIÓN DE MUDAS**

A continuación se describen cada una de las mudas identificadas en cada etapa del proceso de fabricación anteriormente explicado:

##### *Formado:*

**Muda de desorden (MDF) (Área de oportunidad):** Se evidencia la ubicación de materiales en zonas no adecuadas para su almacenamiento, se agrupa la tubería en zonas como pasillos, corredores y zonas adyacentes a maquinarias, obstruyendo el libre flujo del personal y otros materiales.

##### *Corte:*

**Muda de inventario (MIC):** Se observa una gran cantidad de materia prima almacenada en espera de ser procesada ya que todo el material que se va a procesar para la línea tiene que ser cortado ya sea que venga del proceso inmediatamente anterior como es el formado o que se retire del almacén de materia prima. Por otro lado también se acumula gran cantidad de material en proceso después que se corta en lugares que no están debidamente demarcados como zonas de almacenamientos de material en proceso, se alojan en las zonas aledañas a las máquinas, ocupando espacios necesarios para el libre flujo de los operarios.

**Muda de desorden (desorganización-Área de oportunidad) (MDC):** No hay una organización para el almacenaje de material en proceso, además en este proceso se presenta la producción de residuos sólidos los cuales son almacenados en una caja adyacente a la máquina de corte. Algunas veces se encuentran residuos fuera de lugar, es decir en sitios inadecuados; causando más desorden y desaseo. Lo que resta calidad de vida al trabajo.

##### *Troquelado:*

**Desorden-Movimientos innecesarios (ergonomía) (MDT):** Esto está más relacionado con la metodología de trabajo, en materia ergonómica, se observa que la tubería se agrupa en el suelo, al lado de la máquina, el operario luego de terminar con el alistamiento óptimo de la máquina, realiza ciclos repetitivos en los cuales toma la tubería del suelo y la lleva a la máquina la cual es cargada. Luego de ser ejecutada la operación, el trabajador descarga la máquina retirando el material troquelado y lo envía al suelo de nuevo al lado contrario de la máquina; el punto radica en la utilización de alguna estructura que facilite el almacenamiento temporal, existencia de un ordenamiento del material antes y después

de la operación y el fácil movimiento respetivo de cargue y descargue del material en la máquina.

*Doblado:*

**Inventario (MID):** luego de ser cortadas todas las piezas, se acumula material en proceso al momento de pasar a la dobladora, en esta estación no existe mayor pérdida de tiempo por el procesamiento, el cual si está ajustada la máquina con las especificaciones óptimas asegura un flujo constante, lo que obstruye el flujo productivo es lo anteriormente mencionado, referente al tema del alistamiento de máquina.

**Muda de desorden (MDD):** Esto se presenta más que todo por no disponer de un espacio específico para el almacenamiento de material en proceso, pues los operarios tienden agrupar el material trabajado en pequeños lotes cercanos a sus lugares de trabajo (proximidad a las máquinas-herramientas o procesos). Lo que ocasiona a que no haya una organización ni orden en la zona de metalmecánica. Lo que su vez limita el espacio de pasillos y áreas de trabajo.

*Soldadura:*

**Muda de inventario (MIS):** Se presenta una acumulación de material en proceso y producto terminado del área de metalmecánica a la espera de ser jalado por el proceso inmediatamente posterior, también se presenta acumulación del material proveniente de los otros procesos, pues esta es la estación donde se presenta el cuello de botella, ya que es la que más tiempo demanda, además que es el proceso donde confluyen todo el material en proceso de las demás estaciones.

**Muda de espera (MES):** Como es el proceso donde se presenta el cuello de botella, debido a que se necesita más tiempo para procesar las piezas, es evidente la formación de cola, lo que ocasiona espera en el proceso y la acumulación de inventario.

*Limpieza Química:*

**Muda de reparaciones / rechazo de productos defectuosos (MRLQ):** en esta parte del proceso se debe garantizar el total desengrase de las estructuras metálicas que debido al ambiente salino de la región protegen al metal de la corrosión, en algunas ocasiones el desengrase no se realiza completamente quedando secciones impregnadas de grasa o aceites que perjudican el acabado y la adherencia de la pintura luego de ser horneado, por lo general según las observaciones realizadas las partes de la estructura metálica que son más vulnerables a permanecer con grasas luego de la limpieza como es el final de las patas. Por lo general lo anterior ocasiona un reproceso.

*Horneado:*

**Muda de espera (MEH):** en este proceso se realizan el horneado por lo general dos veces al día, se tiene que llenar la capacidad por completo de los dos carros, el tiempo que toma hornear los dos carros están en un rango de 60 a 90 min, después de esto si quedan estructuras sin hornear tienen que esperar 23 horas para la siguiente horneada, lo que ocasiona un cuello de botella para la línea, no permitiendo la continuidad del flujo para el siguiente proceso como es el de ensamble.

*Ensamble:*

**Muda de inventario (MIE):** Se observó la existencia de acumulación de materiales e insumos metálicos en zonas no adecuadas para sus almacenamientos, lo que ocasiona a que no estén protegidos adecuadamente contra el polvo, el ambiente, golpes, ralladuras y demás factores que deterioren la calidad del producto; sin mencionar los costos de almacenamiento por ocupar espacios que pueden ser utilizados para otras actividades más productivas que le puedan generar valor a la cadena de fabricación.

**Muda de espera (MEE):** en este proceso por lo general se tienen que esperar las estructuras metálicas recién horneadas, las cuales salen en promedio cada 23 horas y teniendo todas las piezas a disposición el armado de las sillas no requiere de mucho tiempo.

**4. SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN PARA ELIMINAR LAS MUDAS**

Teniendo en cuenta los principios de cada una de las herramientas Lean y las características de las mudas prioritarias identificadas, se concluye que las herramientas a utilizar para cada muda son:

**Tabla 1. Herramientas de manufactura Lean seleccionadas para eliminar las mudas prioritarias**

MANUFACTURA LEAN	
MUDAS PRIORITARIAS	HERRAMIENTAS A UTILIZAR
Desorden (tubería ubicadas en áreas inadecuadas) (MDF)	5S
Acumulación de material en proceso (exceso de inventario) (MIC)	Justo a tiempo y Kanban
Desorden(residuo de tuberías dispersas) (MDC)	5S
Desorden-Movimientos innecesarios(ergonomía) (MDT)	5S

MANUFACTURA LEAN	
MUDAS PRIORITARIAS	HERRAMIENTAS A UTILIZAR
Acumulación de inventario(exceso de material en proceso)(MID)	Justo a tiempo-Kanban
Desorden(material en proceso no organizado)(MDD)	5S
Exceso de inventario(acumulación de material en proceso)(MIS)	Justo a tiempo-Kanban
Esperas(estancamiento de la producción)(MES)	Justo a tiempo-Kanban
Muda de reparaciones / rechazo de productos defectuosos(presencia de grasa en la tuberías)(MRL.Q)	Poka Yoke-Jidoka
Espera en el llenado de los carros(MEH)	Justo a tiempo-Kanban
Inventario(ralladuras, golpes, partículas como polvos en las sillas)(MIE)	Justo a tiempo
Espera por estructuras metálicas(MEE)	Kanban

Fuente: Elaboración propia

A continuación se explican las alternativas de solución propuestas para cada muda basadas en las herramientas lean identificadas y seleccionadas para cada una de ellas.

#### **Desorden (Tuberías ubicadas en áreas inadecuadas) (MDF)**

Capacitar en la herramienta 5's a todo el personal involucrado en el proceso de formado con el objetivo de mejorar la calidad del trabajo y las condiciones ambientales, las cuales son fundamentales para aumentar la productividad, y acrecentar la satisfacción y seguridad de los empleados y mejorar la calidad de los productos. Esta capacitación se realizará con el propósito de crear un clima de aprendizaje, mediante la creación de interés y cooperación de las personas involucradas para que conozcan y apliquen esta herramienta de mejoramiento continuo. Para la implementación de la herramienta 5'S se deberá hacer énfasis en sus fundamentos, conceptos, beneficios, objetivos. Establecer un área adecuada dentro de la empresa para el almacenamiento de materia prima de acuerdo al espacio requerido para la misma, esta área debe señalarse mediante un aviso sobre la pared que indique que es zona exclusiva de almacenamiento y las clases materia prima que se almacena. Los materiales almacenados deben rotularse por referencia para que sea más fácil su identificación. Este rotulo debe hacerse con

etiquetas de papel de diversos colores estableciendo un color para cada material para que se pueda identificar por referencia con mayor facilidad. El material debe almacenarse sobre una estructura metálica que sea resistente, pues los tubos metálicos son pesados, además deben almacenarse aprovechando el espacio vertical de la estructura, el material se debe almacenar el más nuevo debajo y el más antiguo arriba ya que son materiales que se exponen también y pueden corroerse con facilidad. Esta área de almacenamiento debe estar próxima a la máquina de doblado para acortar la distancia y desplazamiento. Los materiales de las referencias que más se utilizan se organizarán en la parte inferior de la estructura para que el operario pueda adquirirla con facilidad y el material que menos se utilice se puede colocar en la más alejada de la estructura. Se requiere dejar espacio para el libre desplazamiento de los operarios, fácil acceso y manipulación de la materia prima almacenada. Establecer un área para el almacenamiento de las herramientas que se utilicen para el mantenimiento, las que tengan otros propósitos dentro del proceso que sean necesario y las que no sean necesarias; esta zona debe identificarse mediante un aviso o cartel ubicado sobre la pared. Se propone utilizar la herramienta 5s para esta alternativa de solución debido a su fácil entendimiento, es económica, y de fácil aplicación.

#### **Acumulación de Material en Proceso (Exceso de Inventario) (MIC)**

Se propone utilizar un formato donde se registren los pedidos con sus respectivas cantidades, referencias y tiempos estimados de producción. Además que indique la cantidad de material que entra al proceso de corte, el tiempo que se demora, el nombre del proceso, para llevar un control de cuanto material se consume y cuáles son las referencias que más se utilizan. Se requiere utilizar un sistema halar de tal forma que cada operación estira el material que necesita de la operación anterior. En otras palabras, producir sólo lo necesario, tomando el material requerido de la operación anterior. Su meta óptima es: mover el material entre operaciones de uno por uno, con esto se logra disminuir el tamaño de los lotes al mínimo. Las referencias de producción provienen del precedente centro de trabajo. Entonces la precedente estación de trabajo dispone de la exacta cantidad para sacar las partes disponibles a ensamblar o agregar al producto. Esta orientación significa comenzar desde el final de la cadena de ensamble e ir hacia atrás hacia todos los componentes de la cadena productiva, incluyendo proveedores y vendedores. De acuerdo a esta orientación una orden es disparada por la necesidad de la siguiente estación de trabajo y no es un artículo innecesariamente producido. Para llevar cabo esta estrategia se utilizará las herramientas de manufactura lean conocidas como justo a tiempo y Kanban. Para esta estrategia es útil

realizar capacitaciones para crear una cultura de producción de flujo continuo.

#### **Desorden (Residuo de Tuberías Dispersas) (MDC)**

Para la eliminación de esta muda, se propone destinar un recipiente móvil, con dimensiones adecuadas al puesto de trabajo, en el cual se depositarán todos los residuos sólidos generados inevitablemente por esta operación de corte. Este recipiente tendrá un sistema móvil, que facilitará su transporte o reubicación dependiendo de las necesidades existentes; con esta estrategia se busca crear un depósito de materiales que pueden ser reutilizados en el mejor de los casos.

#### **Desorden-Movimientos Innecesarios (Ergonomía) (MDT)**

Disponer de una estructura resistente, para soportar metales, debe ser de altura adecuada de tal forma que el operario no tenga la necesidad de agacharse, se debe disponer un lado de la máquina de troquel y debe tener una separación mínima para poder almacenar temporalmente el material que se va a procesar y el que ya se procesó. Para realizar la diferenciación del área donde almacenar el material troquelado y el no troquelado se debe señalar cada uno con un papel de colores diferentes cubierto por un plástico para evitar que dañe más fácilmente o marcar los lados con pintura permanente reflectora de tal forma que sea evidente de qué lado se va almacenar cada material. Para llevar a cabo esta solución se utilizará la herramienta 5S, la cual es muy útil para organizar y clasificar material de almacenamientos.

#### **Acumulación de Inventario (Exceso de Material en Proceso) (MID).**

Utilizar tarjetas Kanban de producción que indique la cantidad que se va producir, el tamaño del lote, proceso de precedencia y el posterior, el número de Kanban, para tener un sistema o registro de qué cantidad está en proceso y que es exactamente la que se va a procesar para así evitar trabajar más material del que se necesita generando con ello inventario en proceso. Crear un sistema de halar, este sistema se debe crear desde en el proceso de formado ya que es el primer proceso de producción de la línea de sillas, lo que se debe hacer en los demás procesos; ya sea que se acumule inventario o no es formar a las personas involucradas en ello para crear una cultura de halar de tal forma que cada operación estira el material que necesita de la operación anterior. En otras palabras producir sólo lo necesario, tomando el material requerido de la operación anterior. Su meta óptima es: mover el material entre operaciones de uno por uno, con esto se logra disminuir el tamaño de los lotes al mínimo. Para llevar a cabo esta estrategia se utilizará las herramientas de manufactura lean conocidas

como Justo a tiempo y Kanban. Además será necesario realizar capacitaciones en el sistema de halar.

#### **Desorden (Material en Proceso No Organizado) (MDD).**

Establecer un área única y exclusivamente para el almacenamiento temporal del material en el proceso de doblado, debe señalarse mediante un aviso que indique la funcionalidad del área. Para este aviso es necesario contar con papel plastificado para evitar que se dañe fácilmente. Es importante mencionar que cuando se cree la cultura en un sistema de halar en el proceso de producción el desorden por acumulación de inventario disminuiría significativamente, por lo tanto el espacio para el almacenamiento temporal puede ser más pequeño. Capacitar a las personas involucradas en el proceso en la herramienta de manufactura lean llamada 5s para crear una cultura de orden en la empresa.

#### **Exceso de Inventario (Acumulación de Material en Proceso) (MIS)**

Para la eliminación de esta muda se propone manejar tarjetas Kanban de producción que indiquen datos precisos del lote a producir, como cantidad necesaria de materiales a utilizar para la producción. Se requiere generar una política de producción, en donde los operarios conozcan lo importante de trabajar con lotes pequeños, para mantener un flujo constante, disminuir los tiempos de ciclo, y responder más rápido y eficientemente a las demandas de los clientes; esta filosofía se logra impartir mediante capacitación sobre las herramientas Kanban, justo a tiempo.

#### **Esperas (Estancamiento de la Producción) (MES)**

Establecer en las órdenes de producción lotes pequeños para procesar de tal forma que sea más fácil en cada proceso crear un sistema de halar para controlar el flujo de materiales que permita disminuir las esperas entre procesos especialmente en el proceso de soldadura ya que allí se presenta al cuello de botella, lo ideal es que en soldadura no se tenga que esperar el material del proceso anterior, porque así se incurre en la acumulación de material y la generación de colas de material por ser soldado.

#### **Muda de Reparaciones / Rechazo de Productos Defectuosos (Presencia de Grasa en la Tuberías) (MRL.Q)**

Se propone realizar una programación de mantenimiento y seguimiento a los tanques de limpieza química, el operario debe medir con más frecuencia las concentraciones del desengrasante, y también hacer titulaciones a los demás químicos que ayudan a quitar las impurezas de la superficie metálica. La información recogida de las concentraciones químicas en los tanques debe ser recolectada en formatos diligenciados por el empleado encargado, así se llevará un

registro detallado de las titulaciones realizadas al mes, y se puede luego analizar que niveles de concentración química son los más adecuados para que los metales reciban una limpieza aceptable, mejorando el acabado superficial.

#### **Espera en el Llenado de los Carros (MEH)**

Realizar en la programación de la producción diaria dependiendo de cantidad del pedido, si el pedido es grande, programar el horneado de las sillas de tal forma que se puedan realizar un número máximo de horneado por día, siempre y cuando las estructuras metálicas estén a tiempo del proceso inmediatamente anterior. Esta programación se debe realizar teniendo en cuenta la capacidad de los carros, el tiempo que requieren las estructuras metálicas para ser horneadas y el tamaño del pedido. Se pueden manejar Kanban de información y de producción mediante tarjetas que indiquen la cantidad del pedido, el tamaño de los lotes, el tiempo de producción. Estas tarjetas deben estar un lugar visible en el área de horneado para que el operario tenga acceso a ella con facilidad, de tal manera que pueda contribuir con la meta diaria que se requiere obtener. Para llevar a cabo las soluciones de esta alternativa es muy importante que en la empresa se cree la cultura de un sistema de halar, para que el flujo sea continuo y no se tenga que esperar las estructuras metálicas en el proceso de horneado y se pueda aprovechar la capacidad de los carros y las horas/hombre.

#### **Inventario (Ralladuras, Golpes, Partículas como Polvos en las Sillas) (MIE)**

Se propone realizar capacitaciones sobre la herramienta Justo a Tiempo al personal de Ensamble, para evitar acumulaciones del producto, al disminuir los niveles de inventario, al mismo tiempo se disminuyen los problemas de defectos por ralladuras y suciedad en la pintura por polvo en el producto.

#### **Espera por Estructuras Metálicas (MEE)**

Teniendo en cuenta que el Ensamble es el último proceso de producción de la línea de sillas para la eliminación de esta muda solo se necesita que previamente en el sistema de producción aplicado a las diferentes aéreas de la línea, se haya creado un flujo de producción continua basándose en el sistema pull o halar; de igual manera en la programación de la producción se haya establecido lotes de producción pequeños dependiendo de la cantidad que requiere el cliente y se haya creado un cultura de mejoramiento continuo ya que solo cuando se detectan los errores desde el inicio de la línea o en la fuente se puede llegar a corregir a tiempo para evitar incurrir en el mismo al final de la línea. Por lo tanto, esta muda automáticamente se reduce y/o elimina cuando se elimina la muda de espera del proceso que la

precede. Se propone que al igual que en todos los procesos involucrados en la producción de sillas, también se realicen capacitaciones a los operarios del proceso de armado en el sistema de halar para que estiren el material del proceso inmediatamente anterior y se les capacite de igual forma en las herramientas de mejoramiento continuo como son las de manufactura lean.

### **5. REFLEXIONES FINALES**

Se puede demostrar que para mejorar los procesos en las empresas no es necesario realizar grandes inversiones en tecnología de punta, basta con conocer e implementar herramientas de manufactura lean las cuales están enfocadas en el mejoramiento continuo con unos gastos mínimos en inversión. Para detectar los problemas que se presentan en el proceso de producción es necesario recolectar información acerca de los procesos y el estado actual de cada área de producción; para tener un punto de partida confiable de tal manera que se puedan detectar las fallas en el sistema y las causas que la generan. Las mudas que son identificadas a lo largo de la línea de sillas, deben definirse con claridad y de manera puntual de tal forma que no haya lugar a dudas por parte de las personas que conozcan la identificación realizada; es decir, que la identificación que se realice debe evitar cualquier tipo de confusión. Se pudo observar que la mayor parte de las mudas que se generan en la línea de producción de las sillas se presentan en el área de metalmecánica; que es donde se inicia el proceso. Cada una de las herramientas de manufactura lean tienen diversas características que permiten lograr la reducción de las mudas presentes en la línea de sillas de oficina, por lo tanto la aplicación de cada una de ellas posibilita en varios casos la reducción o eliminación de más de una muda identificada. De las herramientas de manufactura esbelta aplicables a la reducción de las mudas identificadas como prioritarias se observó que las que más se utilizan y tiene un mayor impacto en la eliminación de las mudas son las 5S, JIT y el Kanban. Es fundamental que en el momento de llevar a cabo el desarrollo de las alternativas mediante la aplicación de las herramientas de manufactura lean se comience con la implementación de las 5S ya que es fácil de entender y aplicar, es económica, involucra a los operarios, involucra varios elementos y trae múltiples beneficios para la empresa. La implementación de las 5S es el primer paso para contribuir con el mejoramiento de la línea estudiada, ya que el desorden es una de las mudas que son más frecuentes en la empresa. Al desarrollar las alternativas de solución y el plan de implementación se eliminarán las mudas identificadas como prioritarias, contribuyendo con el mejoramiento de los procesos de producción, disminución de los tiempos de entrega, mayor calidad de los productos y se mejora el entorno de trabajo de los operarios. Las empresas que buscan ser competitivas a nivel local, nacional como internacional están enfocándose en ser líderes en

cuanto a la calidad, tienen que aprender que pueden mejorar la calidad de sus productos y servicios más rápidamente cuando se enfocan a mejorar los procesos que se usan para elaborarlos. Estos procesos incluyen los procesos manufactureros y los no manufactureros. Un proceso que es flexible, fácil de manejar, y a prueba de errores es un sistema robusto. Un proceso debe ser efectivo, eficiente, y robusto si desea ser considerado de gran calidad. La clave para llegar a tener cero errores, es identificar la fuente del error, ver que lo ocasiona y buscar una solución. El éxito de cualquier proyecto de mejoramiento depende del compromiso de los empleados y la continuidad de la gerencia en las etapas de planificación, seguimiento y toma de acciones, la ventaja de manufactura esbelta radica en el poder de generar resultados con pocas semanas de implementación y en la creación de un espacio de interacción productiva entre trabajadores y directivos fortaleciendo el desarrollo de ideas y facilitando la implementación de los cambios, es una oportunidad de maximizar el aprovechamiento del recurso de mayor impacto en los costos de producción en la floricultura, las personas, utilizando no sólo su capacidad física, también beneficiándose de su potencial creativo y su experiencia.

## REFERENCIAS

- Alukal, G. (2003). Create a lean, mean machine, *Quality Progress*, Vol. 36, No. 4, pp.29–34.
- Angulo, G. y García, P. (2007). *Desarrollo de un prototipo de línea de producción automatizada con el fin de probar las políticas de control esbelto Kanban, Conwip y BB*. Barranquilla: Universidad del Norte.
- Ballesteros, P. (2008). Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas. *Revista Scientia et Technica*, Año XVI, No. 38, pp. 223-. 228.
- Barrios, M. y Sira , S. (2006) El kaizen en los procesos académicos. *ingeniería y sociedad UC*, No.2. pp. 83-93.
- Cabarcas, J. y Wilches, M. (2011). Análisis y mejoramiento de la cadena de valor de la línea de producción de láminas de una empresa del sector metalmeccánico mediante la aplicación de herramientas de manufactura lean. *Revista Ingecuc*. Vol. 7 No. 1, 27-42.
- Grazier, P. B. (1992). *Japan human relations association, kaizen teian*. Portland: Productivity Press.
- Hayes, R. H. y Pissano, G. P. (199). Beyond world Class: The New Manufacturing Strategy, *Harvard Business Review*, Enero de 1994.
- Hurano, H. (1996). *5 pillars of the visual workplace: the source book for 5S implementation*, Portland: Productivity Press.
- Hancock, W.M. y Matthew, J.Z. (1998) *Lean production: implementation problems, IIE solutions*. En: <http://www.highbeam.com/doc/1G1-20855146.html>. Consultado en Julio de 2012.
- Mora, E. y Castillo, A. (2001). Manufactura esbelta: la experiencia mexicana. *Grupo Editorial Expansión*, año 1, número 72, junio.
- Niño A. y Olave, C. (2004). *Modelo de aplicación de herramientas de manufactura esbelta desde el desarrollo y mejoramiento de la calidad en el sistema de producción de Americana de Colchones*. En: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis66.pdf>. Consultado en julio de 2012.
- Ohno, T. (1998). *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*. Portland Oregon: Productivity Press.
- Osada, T. (1991). *The 5S's: Five Keys to a Quality Environment, Asian Productivity Organization*. Tokio: Quality Resources.
- Perea, J. (2001). IV Censo de Manufactureros: ¿A tono con sus prácticas de producción?, *Manufactura*, año 7 No. 170, 76-84.
- Padilla, L. (2010) Lean Manufacturing.. *Revista Ingeniería Primero*, No. 15, 64-69
- Reyes, P. (2002). Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. *Revista Contaduría y Administración*, No.205 (5), 59-69.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge: Productivity Press.
- Wish, M. y Wish, J. (2001). *Accelerating Business: Finding Time, using Time, Loose thread* Hudson: Publishing Press.
- Womack, J., Jones, D.T., y Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. Nueva York: Macmillan.
- Womack, J. y Jones, D. (1996). *Lean Thinking*. New York: Simon & Shunter.