

Estado Actual de la Filosofía de Manufactura Esbelta como Estrategia de Mejoramiento Continuo en el Desarrollo Empresarial de Bucaramanga

Frank Nicolás Delgado M.

MSc. Sistemas de Manufactura
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey,
Campus Monterrey, México.
MCPc. Sistemas de Calidad y Productividad Instituto
Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey,
Campus Monterrey, México
Docente-Director de grupo Investigación CAyPRO
Tiempo completo
Universidad Santo Tomás. USTA
Franknicolas12@mail.ustabuca.edu.co

Eliseo Gallo Albarracín

D.B.A. Gerencia en Sistemas de Información
Universidad del Turabo, Puerto Rico
MSc. en Computación Científica
Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico
Docente Tiempo Completo,
Investigador Grupo SIGMMA, Universidad Santo Tomás USTA
Bucaramanga, Colombia
eliseo12@mail.ustabuca.edu.co

Jaime Díaz

MBA. Universidad Santo Tomás
Docente-Investigador Grupo CAyPRO, Tiempo completo
Jaime Diaz@mail.ustabuca.edu.co

Resumen— La reducción de costos, eliminación de desperdicios y el aumento de la productividad y la competitividad han sido aspectos perseguidos por todas las empresas a nivel mundial. Este artículo de revisión provee una contribución a las estrategias de mejoramiento continuo en la ciudad de Bucaramanga por medio de transferir e implementar la filosofía de Manufactura Esbelta ofreciendo potencial a las empresas e ingenieros para alcanzar metas en reducción de toda actividad, elemento o decisión que no agregue valor a los procesos de la empresa.

Palabras Clave— Manufactura esbelta, eliminación de desperdicios, industria, manufactura discreta, mejoramiento continuo.

Abstract— Cost reduction, waste elimination, increase of productivity and competitiveness have been pursued by all companies worldwide. This review article provides a contribution to continuous improvement methodologies in the city of Bucaramanga by means of transferring and implementing the Lean Manufacturing philosophy, offering companies and engineers the potential to achieve reduction in any activity, item, or decision, which does not add any value to the company.

Keywords: Lean Manufacturing, waste elimination, continuous improvement, discrete Manufacturing.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas en el mundo se apoyan en el mejoramiento continuo para reducir costos,

eliminar desperdicios y aumentar la productividad y calidad, este mejoramiento continuo se ha realizado por medio de diferentes metodologías y filosofías, pero la filosofía con mayor aplicación hasta el momento es la filosofía de Manufactura Esbelta. (Ver Figura 1)

Aunque la filosofía de Manufactura Esbelta se ha aplicado a diferentes tipos de empresas en el mundo como las empresas de manufactura, servicios, salud y logística [9]. La presente revisión se enfoca a la presentación de la situación actual de la aplicación de la Filosofía Manufactura Esbelta en las empresas de manufactura de la ciudad de Bucaramanga.

La aplicación de la filosofía Manufactura Esbelta en los anteriores tipos de empresas a nivel mundial ha presentado resultados como el aumento de ventas, exportaciones de productos, apertura de nuevos mercados y creación de nuevos empleos, estos resultados son fundamentales para la competitividad. [1].

La competitividad nacional e internacional en las empresas de manufactura, servicios y salud proporciona aumento de ventas, expansión de mercados, exportación de productos y servicios, estos aspectos son alcanzados con la reducción de costos, eliminación de desperdicios y aumento

en la productividad con metodologías y filosofías de mejoramiento continuo; la filosofía más representativa para alcanzar la competitividad en las empresas es la filosofía de Manufactura esbelta.

Este artículo se estructura en el siguiente orden: Sección I Introducción Sección II: Tipos de industria. Sección III: Descripción de la filosofía de Manufactura esbelta. Sección IV: Tipos de industrias en la ciudad de Bucaramanga. Sección V: Estrategias de mejoramiento continuo en las empresas de la ciudad de Bucaramanga. Sección VI: Conclusiones.

II. TIPOS DE INDUSTRIA

La industria de manufactura se divide en dos grandes clases: en manufactura discreta y manufactura de procesos continuos [1], este último también conocido como industria de proceso; la manufactura discreta es aplicada a ciertos productos como televisores, computadoras, calzado, confecciones y motores, entre otros, y la manufactura de procesos continuos se refiere a productos más especializados como pinturas, textiles, vidrios, resinas, entre otros.

A. La industria de proceso

La industria de proceso también conocida como procesos continuos son procesos de fabricación de industria especializada como la industria del acero y vidrios entre otros; este tipo de industria se caracteriza por su proceso continuo de fabricación, y por el necesario control rígido en el proceso de fabricación, algunos investigadores expertos en el tema, han propuesto algunas conclusiones acerca de la industria de proceso, estas conclusiones son descritas a continuación.

La industria de Proceso es definida como una técnica de manufactura en la cual las partes fluyen continuamente a lo largo del proceso de fabricación. Estos procesos continuamente requieren de procesos exactos de control y alto capital de investigación. [4].

En la industria de procesos no hay posicionamiento de productos intermedios en el proceso de fabricación, este proceso de fabricación está dirigido específicamente a productos que se encuentren en un estado, gaseoso, líquido o compacto. [16].

La industria de procesos es caracterizada por repetitivas operaciones de producción específicas,

que pueden contener reacciones químicas, la clase de productos correspondientes a esta clase de proceso generalmente son cargados en contenedores comúnmente en forma líquida o gaseosa, ejemplo de esta clase de industria puede ser químicos, industria farmacéutica, acero y la industria de semiconductores también como la industria de generación de energía. [8].

B. Procesos discretos

Los procesos discretos son conocidos comúnmente por ser los más utilizados en gran cantidad de productos, algunos de estos productos son, lápices, computadoras, envases de plástico, calzado, confecciones, y otros; estos procesos discretos tienen un control específico en su producción; algunos investigadores han propuesto conceptos en referencia a los procesos discretos, estos conceptos se muestran a continuación.

Los procesos discretos de manufactura son la técnica de manufactura en la cual las partes son acumuladas y procesadas juntas en un lote. [4].

Generalmente las máquinas de la industria de proceso son capaces de procesar múltiples cantidades al mismo tiempo pero, sin embargo, para diferentes productos no es permitido estar en el mismo grupo debido a los diferentes contenidos químicos y operaciones programadas; de igual forma diferentes productos en la industria de manufactura discreta, pueden tener diferentes niveles de importancia (costo de mantenimiento y prioridad, por ejemplo), estas causas ocasionan que en la industria de procesos se desarrollen complejas reglas para solucionar estos aspectos.[13].

la industria de procesos ocurre cuando una o más unidades de un producto entran a una actividad de trabajo, estas unidades de producto son cambiadas por la misma actividad de trabajo y por último salen de dicha actividad, por ejemplo: un horno puede calentar 50 piezas al mismo tiempo o una unidad de manufactura maneja 100 unidades por lote, en otras palabras un ejemplo sencillo se describe como: es más económico transportar 60 personas en un bus que, transportar 60 personas en 60 automóviles; a esto se refiere la industria de procesos, en la cual se pueden fabricar las piezas juntas por cantidades de lote.[17].

C. Diferencias entre la industria de procesos y la industria de manufactura discreta

Existen factores que marcan la diferencia en términos de planeación y programación de actividades, algunos de estos factores son [4]:

- 1) En la industria de procesos la materia prima y los productos son siempre perecederos. Esto coloca restricciones específicas en la planeación de la producción y administración de inventario.
- 2) Para los propósitos de planeación de largo y medio término, la ruta detallada de información es continuamente requerida en industria de procesos, así como tantos productos estén identificados por la sucesión de pasos de producción a la cual ellos estén sometidos, esta característica contrasta con el desacuerdo en la ruta de información que presenta la industria de manufactura discreta hasta la fase de programación.
- 3) La mayoría de industrias de procesos, como las industrias del acero cambian su mercado a mercado especializado y no se basan en la estrategia de make to order.
- 4) La industria de manufactura discreta, a diferencia de la industria de procesos, siempre mueve sus productos en el área de customización en áreas específicas de mercado o nichos especializados, con altos márgenes de ganancia como resultado.
- 5) Las programaciones en las industrias de manufactura discreta son más complejas debido a su amplia variedad de productos y, por lo tanto, más grande variedad de vías de producción y cortos términos en las variaciones en la demanda del producto.

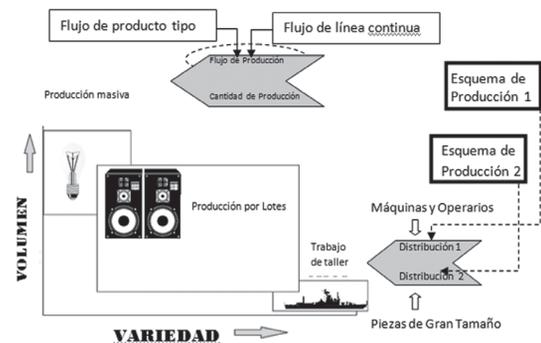
Otros investigadores han establecido diferencias entre la industria de procesos y la industria de manufactura discreta, basándose en la forma como son producidas y sus correspondientes características, algunos de los conceptos de estos autores se nombran a continuación.

Las diferencias entre industria de procesos y la industria manufactura discreta clasificándolas por la forma en que son procesadas, para esto Abudallah nombra tres clases diferentes en términos

de plantas de producción: Trabajo de taller, Producción por lotes y Producción masiva [1]. (Ver Figura 1).

- 1) Trabajo de taller: se caracteriza por bajo volumen y alta variedad de productos, al mismo tiempo esta clase de planta de producción se divide en dos clases de distribución de planta, una clase de distribución de planta comprende las máquinas y los operarios que están arreglados en funciones, y el segundo tipo de distribución de planta, Abudallah, [1], lo denomina proyecto y está asociado con piezas de gran tamaño donde el equipo y la fuerza de trabajo necesitan moverse, Ejemplo: Barcos, Aviones.

FIG. 1. ADAPTACIÓN DE CLASIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN DE PLANTAS



Fuente: Bibanda y Bilo citados en Abudallah [1]

- 2) Producción por lotes: es donde medio volumen de productos y media variedad de productos es producida. Ejemplo: Equipos de sonido.
- 3) Producción Masiva se caracteriza por alto volumen y alta variedad de productos, esta tercera clase de producción requiere de costosas máquinas para satisfacer la demanda del producto en esta clase de producción se subdivide en dos tipos, Cantidad de producción y flujo de producción.

En cantidad de producción se producen altas cantidades de productos con máquinas normales por ejemplo, tornillos, puntillas, moldes de plástico, productos y componentes para automóviles.[1]. El flujo de producción se clasifica al mismo tiempo en dos tipos: Flujo de producto tipo (en este tipo de producción el producto se mueve a lo largo de secuencias conectadas e ininterrumpidas de máquinas denominas líneas, este tipo de producción

es asociado con industria de manufactura discreta.

El segundo tipo de flujo de producción es el Flujo de línea continua, este tipo de línea es asociado con la industria de procesos y se caracteriza porque las partes del producto se colocan en grandes contenedores, algunos ejemplos de estos productos pueden ser: refinerías de crudo, plantas de procesos químicos, plantas procesadoras de alimentos y plantas de aceros [1].

La Figura 2 muestra un esquema de la clasificación de las industrias y su asociación con las dos clases de sistemas de manufactura. Con base en tales diferencias entre industria de proceso e industria de manufactura discreta, se definen las siguientes diferencias:

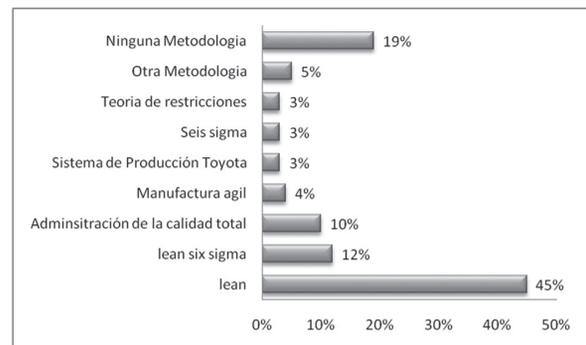
La industria de procesos pertenece al tipo de Línea de flujo continuo donde el proceso no puede parar y sus partes se acumulan en grandes contenedores.

- 1) La industria de manufactura discreta pertenece Flujo de producto tipo donde los productos recorren grandes y variadas líneas de producción.
- 2) La industria de manufactura discreta necesita programación de la producción, ésta puede ser compleja de acuerdo con el número de líneas y cantidad de productos.
- 3) Los desperdicios y gastos en la Industria de procesos e industria de manufactura discreta son diferentes, debido a sus procesos de fabricación.

Todos los procesos de producción de forma natural generan ganancias a la industria, pero con la apertura del comercio mundial y con el surgimiento de nuevas tecnologías, ocasionan que las empresas puedan producir mayores cantidades de productos en mayor variedad y mejor calidad, bajo estos tres factores aumenta la competencia entre las empresas en el mundo, de producir más, con mayor facilidad de flexibilidad y con mayor calidad. Esto ocasiona exigir a la empresa en todos sus procesos e incluir nuevos procesos para mayor control de otros procesos, esto ocasiona que procesos sin valor sean adheridos al proceso de producción de los productos, que ocasionan gastos y costos excesivos que aumentan el costo del producto y disminuyen las ganancias de la empresa.

Para reducir los altos costos y gastos excesivos, las empresas han desarrollado durante las últimas décadas diferentes Filosofías, métodos y técnicas, los cuales en los últimos años se han especializado continuamente, algunas de estas estrategias son: “Seis sigma” en los diferentes grados de “Green Belt”, “Black belt”, “Master Blackbelt” y Manufactura esbelta; las 4 primeras estrategias sólo se nombran debido a que la presente investigación se enfoca en la filosofía de Manufactura esbelta por ser una de las filosofías más utilizadas mundialmente y por abarcar todo el rango de actividades dentro de una organización. (Ver Figura 2).

FIG. 2. PRINCIPALES ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO CONTINUO UTILIZADAS EN MANUFACTURA EN EL MUNDO



Fuente: Manufacturing performance institute citado en Piuizzi [12]

III. DESCRIPCIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING

El concepto de Manufactura esbelta es ampliamente conocido y aplicado por diferentes autores. Aunque cada uno describe de forma diferente el concepto, todos convergen en el mismo punto. Se muestra a continuación algunos de los más importantes conceptos que sirven de apoyo a esta revisión.

La Manufactura esbelta es la filosofía donde la primera constante es eliminar el desperdicio, este desperdicio puede ser físico, como el generado en el proceso productivo, o virtual, como el tiempo desperdiciado en espera. [15].

La filosofía Manufactura esbelta es como un sistemático enfoque para identificar y eliminar desperdicios. [11]

Las ideas principales de la filosofía de manufactura esbelta son: eliminación de gastos, impulso de la fuerza de trabajo y reducción de costos. El VSM (Value stream Mapping), es definido como las ac-

tividades específicas dentro de la cadena de suministro requerido para diseñar, ordenar y proveer un producto o valor específico. [1]

La manufactura esbelta se conceptualizó como el conjunto de métodos que fueron establecidos en los años 70 en Toyota bajo la supervisión de Taiichi Onho y Shingeo Shingo con el objetivo de minimizar el uso de recursos a lo largo de los procesos de la empresa para lograr la satisfacción del cliente.[14].

Con base en los anteriores conceptos se concluye que la filosofía de Manufactura esbelta consiste en eliminar todo desperdicio que no agregue valor y que incremente los costos en un proceso, estos desperdicios eliminados no son de importancia ni agregan valor al producto pero si consumen recursos, dinero y tiempo. Este concepto se enfoca a suplir las necesidades cada vez más exigentes de perfección en el producto por parte del cliente.

A. Desperdicios identificados para eliminar en las empresas con la aplicación de la filosofía de manufactura esbelta.

Para suplir las necesidades de los clientes que siempre buscan calidad y bajos precios en productos o servicios, la filosofía Manufactura esbelta logra alcanzar este objetivo identificando los desperdicios comunes, (Ver Tabla 1).

En la Tabla 1 se describen los siete desperdicios clásicos que la filosofía de Manufactura Esbelta elimina, pero Ortega, [10], agrega un nuevo desperdicio conocido como el desperdicio de talento, este desperdicio significa la inapropiada utilización del talento del empleado en una actividad que no le corresponde o está muy por debajo de las capacidades del trabajador o no es empleado en ninguna labor.

Al controlar tales desperdicios, la empresa recibe beneficios después de la implantación de Manufactura esbelta [6], como son:

- 1) Reducción de costos de fabricación entre un 30 a 50%
- 2) Reducción de inventarios de materia prima, producto terminado, producto en proceso en más del 80%.
- 3) Mejora la calidad del servicio para los clientes.

- 4) Reducción de los tiempos de atraso.
- 5) Mejora calidad de productos y servicios.
- 6) Reducción de tiempo de mano de obra y aumento de la productividad.
- 7) Aumento en la eficiencia y uso de los equipos e instalaciones de planta.
- 8) Altos rendimientos.
- 9) Sistema más flexible para responder a los cambios.
- 10) Disminución de desperdicios o despilfarros.
- 11) Aumento del flujo de caja por aumento en frecuencia de despachos y cobros.

TABLA I
LOS 7 DESPERDICIOS TÍPICOS EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN CONTROLADOS POR LA FILOSOFÍA DE MANUFACTURA ESBELTA

DESPERDICIO	FORMA DE ELIMINARLO
Sobreproducción	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir los tiempos de preparación, al sincronizar cantidades y tiempos entre procesos, y hacer solo lo necesario.
Espera	<ul style="list-style-type: none"> • Sincronizar flujos • Balancear cargas de trabajo • Trabajador flexible
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuir las localizaciones para hacer innecesario el manejo / transporte • Racionalizar aquellos que no se pueden eliminar
Proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar si todas las operaciones deben de realizarse o pueden eliminarse algunas sin afectar la calidad, el producto y servicio
Inventarios	<ul style="list-style-type: none"> • Acortar los tiempos de preparación y de respuestas y sincronizarlos para poder trabajar con inventarios más pequeños
Movimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar los movimientos para buscar economía y conciencia. Primero mejorar y luego automatizar.
Productos defectuosos	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar el proceso para prevenir defectos, estableciendo controles para no aceptar productos defectuosos o no conformes. • Hacer los procesos a prueba de tontos.

Fuente: Coutin [3].

La aplicación de la filosofía Manufactura esbelta en la empresa descubre los 8 principales desperdicios o despilfarros que la empresa posee y los cuales consumen dinero, recursos y tiempo que afectan la productividad y competitividad de la empresa. Las empresas según el tipo de industria como se vio, se clasifican en industria de procesos e industria manufactura discreta para el caso de industria de Manufactura; estos dos tipos de industria de manufactura pueden variar los tipos de despilfarro a descubrir en sus procesos; para el caso de industria manufactura discreta los desperdicios se identifican con los propuestos en la Filosofía Manufactura esbelta como en el caso de industria de juguetes, calzado, y confecciones, entre otros. Para el caso de industria de procesos como la industria petrolera, aceros y químicos los desperdicios deben ser identificados e investigados en el proceso de fabricación escogido.

Los procesos de fabricación están implícitos en las industrias de cada ciudad, región o país, estas industrias son la base para el desarrollo de cada ciudad y para apoyar el desarrollo competitivo de una ciudad es necesario aplicar con éxito la Filosofía Manufactura esbelta en los procesos de fabricación de las industrias que conforman dicha ciudad.

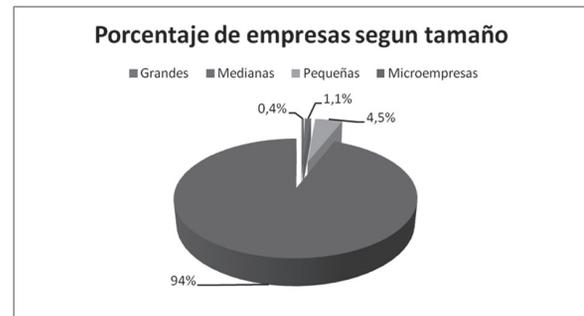
IV. TIPOS DE INDUSTRIA EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

Los tipos de industrias en cada ciudad del mundo varían según su localización geográfica, potencial en productos perecederos, políticas gubernamentales sobre impuestos, etc. estos aspectos influyen que un tipo de industria se desarrolle más que otra.

En enero de 2007 había 39320 empresas constituidas en la ciudad de Bucaramanga, lo que representa un 50.1% la industria de comercio, 14, 6% la industria manufacturera, inmobiliaria 8%, hoteles y restaurantes 7,8, transporte almacenes y comunicaciones 5,8% y 13,7% otros tipos de empresas.¹

Los anteriores tipos de empresas están distribuidas por tamaños (Ver Figura 3).

FIG. 3. EMPRESAS EN SANTANDER, DE ACUERDO CON EL TAMAÑO



Fuente: Cámara de Comercio, citado en Echeverri & Mora [7]

Dentro de los diferentes tamaños de empresas se encuentran empresas de carácter agroindustrial, forestal, salud, turismo, educación, petróleo, gas, proteína animal, manufacturera (confecciones, calzado y joyas) hidrocarburos, agroquímica y minería.²

Las empresas de carácter manufacturero (calzado, joyas y confecciones), hidrocarburos, petróleo y gas, se clasifica en industria de procesos como el gas, petróleo, hidrocarburos, como se describió en la sección III; estos dos tipos de industria son directamente candidatos para aplicar la Filosofía de mejoramiento continuo Manufactura Esbelta.

Los esfuerzos del sector calzado en cuanto a ciencia y tecnología se concentran en el diseño de sus actuales y nuevos productos, mejoramiento en los procesos de producción, promoción de los sistemas de calidad, mediante el cumplimiento de la normatividad y el aseguramiento de la calidad.³

Este argumento introduce la necesidad de mejoramiento en los procesos de producción y sistemas de calidad, para la solución de esta necesidad es aplicable la Filosofía Manufactura esbelta.

V. METODOLOGÍAS DE MEJORAMIENTO CONTINUO EN EMPRESAS DE BUCARAMANGA

En la Figura 2 se nombraron las principales metodologías, filosofías o Técnicas de mejoramiento

¹ Cámara de Comercio de Bucaramanga 2007

² Agenda interna de competitividad. 2004-2007 Gobernación de Santander

³ Convenio ATN/ME8797-CO BID-UNIANDÉS

continuo utilizadas en el mundo, estas metodologías en orden de aplicación son:

- Lean
- Ninguna Metodología
- Lean-seis sigma
- Administración total de la calidad (TQM)
- Otras metodologías
- Manufactura ágil
- Sistemas de Producción Toyota
- Seis sigma
- Teoría de constricciones

En Colombia las Filosofías de Seis Sigma y Manufactura esbelta comienzan a difundirse en cursos y diplomados en ciudades como Bogotá y Cali, pero no se registra información de que las Filosofías sean aplicadas y con base en esas aplicaciones los resultados correspondientes; las Filosofías Seis Sigma y Manufactura Esbelta son desconocidas para la Mayoría de los sectores empresariales; Según Cruz y Ramírez (2008), estos sectores empresariales en Colombia están limitados a aplicar normas ISO, (International Organization for Standardization) estas normas sólo permiten que un producto o servicio tenga un estándar de calidad para hacer aceptado en un mercado, cuando un producto es aceptado en un mercado no se garantiza productividad ni competitividad ni calidad ni mejoras financieras, (Hurtado, et, al. 2009), porque hay mercados altamente exigentes que requieren calidad en producto, servicio y entrega a muy bajo costo, estos costos por desperdicios no han sido disminuidos por las empresas colombianas ni específicamente en la ciudad de Bucaramanga, porque aunque estas empresas hayan implementado sistemas ISO, la herramienta y metodología adecuada para reducir costos y aumentar la productividad es la filosofía de Manufactura esbelta y Seis Sigma.[2].

Estas estrategias son aplicadas en empresas en el mundo con los resultados observados anteriormente en reducción de costos. [2]. Algunos de estos resultados se transforman en ventajas con los siguientes porcentajes [2]:

- 50% o más del espacio utilizado para manufactura.
- La distancia entre procesos tiene disminución considerable.

- 30% en promedio del costo de todos los inventarios.
- Tiempo de entrega desde el pedido hasta la entrega del producto terminado del 50%.
- 50% en promedio del tiempo de ciclo de manufactura.
- 100% de preparación de cambio de modelo.
- Costo del producto en promedio del 30%.
- Costo de herramientas para un nuevo producto en 30%
- Defectos en 50% en promedio.

Las ventajas enumeradas en el párrafo anterior no son aprovechadas por la industria en Bucaramanga, debido a la ausencia de conocimiento en interpretación, diseño y aplicación de la Filosofía Manufactura esbelta.

VI. CONCLUSIONES

En la ciudad de Bucaramanga existen los dos tipos de industria Manufacturera como industria de Procesos (Petróleo, vidrio, hidrocarburos, gas y petroquímicos) e Industria manufactura discreta (calzado, confecciones, marroquinería, joyas y alimentos)

En los dos diferentes tipos de industria tipificados en Bucaramanga son aplicables Filosofías de Mejoramiento continuo como Manufactura esbelta.

Los desperdicios y costos a eliminar en los dos tipos de industria requieren ser identificados previamente antes de ser aplicada la Filosofía de Manufactura esbelta porque los desperdicios en la industria de procesos pueden ser diferentes.

Según la revisión de literatura en las empresas de Bucaramanga no se aplican metodologías de Mejoramiento continuo avanzadas y actuales.

Al aplicar filosofías avanzadas de mejoramiento continuo como Manufactura esbelta a las empresas se disminuyen costos, se eliminan desperdicios y aumenta la calidad, con lo que se influye ventajosamente en el aumento de ventas, exportación y expansión de nuevos mercados.

Las empresas en Bucaramanga se limitan a aplicar Normas ISO, lo cual no garantiza aumento en la competitividad en la productividad, en la calidad ni en las ventajas financieras. (Cruz y Ramírez, 2008), (Hurtado et. al. 2009).

La Filosofía Manufactura esbelta no es enseñada en ningún nivel de la educación superior en la ciudad de Bucaramanga.

REFERENCIAS

- [1] Abudallah, F. (2003). Lean Manufacturing Tools and techniques in the process industry with a focus on steel. *Disertación doctoral no publicada. Universidad de Pittsburgh. Pennsylvania, Estados Unidos*
- [2] Aguilar, P. (2009). *Manufactura Delgada (lean Manufacturing) y seis sigma en empresas Mexicanas. Revista Contaduría y Administración. 205, 52-69*
- [3] Coutin, C. (2003). "Lean Manufacturing". Recuperado el 5 de Febrero de 2010, de <http://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&lr=&q=cache:FzIro2G55gkJ:www.aciq-cv.com/varios/lean-manufacturing.doc+MANUFACTURA+ESBELTA>
- [4] Crama, Y. Pochet, Y. & Wera Y. (2001). A discussion of production planning approaches in the process industry. *Chentserver. Recuperado el 21 de Febrero de 2010 de http://chentserver.uwaterloo.ca/aekamel/che720/my_papers/citations/citation5.pdf*
- [5] Cruz, N. & Ramírez, G. (2008). *Propuesta de plan estratégico para la empresa Iván A. Ramírez. Tesis de Licenciatura en Administración de Empresas. Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia*
- [6] Dailey, K. (2003). *The lean manufacturing pocket handbook, editorial DW Publishing. Estados Unidos*
- [7] Echeverri, I. y Mora, C. (2007). *Instrumentos de Financiación del Mercado, de valores y políticas de buen gobierno corporativo para la mediana y gran empresa de Bucaramanga y su área metropolitana. ArtLean Sigma. Recuperado el 17 de marzo de 2010, de http://www.icicm.com/files/ArtLeanSigma.pdf*
- [8] Gunther, H. & Beek, V. (2003). *Advanced planning and scheduling solutions in the process industry . Editorial Springer. New york. Estados Unidos*
- [9] Hurtado R. Et, al. (2009) *Impacto en los Beneficios de la Implementación de las normas de Calidad ISO 9000 en Las Empresas.23, 17-26*
- [10] Jones, D. Hines, P. & Rich N. (1997). *Lean Logistics, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. 27, 153 - 173*
- [11] Ortega, F. (2009). *Lean manufacturing y Mayor productividad en la industria. Revista-MM. Recuperado el 21 de Marzo de 2010 de http://www.revistamm.com/rev61/adminis_manufactura.pdf*
- [12] Petterman, M. (2001). *Process simulation is key in a lean manufacturing company. Quality Digest. 21, 39-43*
- [13] Piuze, G. (2008). *Reto global e incertidumbre en las cadenas de suministro. VII simposio internacional de Logística y Supply chain. Caracas. Venezuela*
- [14] Phojanamongkolkij, N. Fowler, J. & Cochran, J. (2002). *Determining operation criterion of Batch processing operations for wafer fabrication. Journal of Manufacturing Systems. 21, 363-379*
- [15] Rodríguez C, (2004). *Mapeo de procesos para la empresa Comex, Pinturerías de México zona Puebla. Tesis de licenciatura en Administración de Empresas. Universidad de las Américas Puebla. Puebla, México*
- [16] Téllez, H. (2003). *Lean Sigma: La propuesta de preparación e implantación de un Modelo estratégico lean-sigma. Tesis de Maestría en ciencias con especialidad en Calidad y productividad. Instituto Tecnológico y de Estudios superiores de Monterrey, Monterrey. México*
- [17] Van Beek, D. Van den Ham, A. & Roda J.(2003). *Modelling an Control de process Industry, batch production systems. 15th Triennial World Congress of the International Federation of Automatic Control, Barcelona. España*
- [18] Vercio, A. & Shoemaker, B. (2007). *ABCs de batch processing. Journal of accountancy. Recuperado el 21 de Febrero de 2010 de http://www.journalofaccountancy.com/Issues/2007/Aug/AbcsOfBatchProcessing.htm*