



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
FACULTAD DE INGENIERÍA MÉCANICA E INDUSTRIAL

Trabajo de Diploma

Título: Evaluación de la esbeltez (leanness) en la UEB Embotelladora Central
"Osvaldo Socarrás".

Autor(a): Beatriz Fuentes Duarte.

Tutor: DrC. René Abreu Ledón

Curso: 2016-2017



Pensamiento

Ningún examen te define, ningún resultado determina tu futuro, ningún puntaje te delimita, ninguno de ellos te puede quitar el sueño de ser lo que tú quieres ser.

Paulo Coelho



Dedicatoria

A mi mamá, mi papá, mi hermano y a toda mi familia en especial a mis tías por el apoyo incondicional y por todo el esfuerzo que significó este período de mi vida, en fin, por todo su amor. Son lo mejor que me pudo haber pasado en el mundo gracias a ustedes hoy cumplo mi sueño.



Agradecimientos

A mi familia por ser mi guía en todo lo que hago y por su apoyo.

A Rosa por aceptar mis apuros y por su ayuda.

A mi tutor René Abreu por haberme ayudado tanto y aceptarme desde el principio.

A mis amigas y amigos incondicionales de estos cinco años en especial a Roxy, a Duzny, a Yesy, a Claudía, a Maru, a Betty, a Carlitos, a Alejandro Pérez, en fin, a todos, que saben que los quiero cantidad y nunca los voy a olvidar.

A todos los trabajadores de la Embotelladora Central y de la Empresa de Bebidas y Refrescos que me ayudaron en todo lo que pudieron, especialmente a Amado, a Carlos, a Miguel Ángel, a Tony, a el Chino y a Addiel.

A todos, muchas gracias.



Resumen

La producción esbelta (*Lean Manufacturing*) es un tema de actualidad que tiene como objetivo incrementar la competitividad y eficiencia de las organizaciones a partir de la eliminación de desechos o actividades que no agreguen valor. Su aplicación ha permitido a las empresas líderes de este concepto, tener una visión clara de las mejoras y enfocarla a la satisfacción de los clientes. La UEB Embotelladora Central “Osvaldo Socarrás” objeto de estudio, ha estado presentando una serie de problemas vinculados con el concepto *lean*. Con tal motivo la presente investigación se dirige a desarrollar una herramienta que permita evaluar la esbeltez (*leanness*) en la fábrica. Para cumplir este objetivo se hizo necesario la utilización de técnicas de revisión bibliográfica, revisión de documentos, consulta a especialistas, observación directa, entrevistas, método de expertos, mediciones cuantitativas, encuestas, entre otras, que posibilitan obtener un resultado argumentado y veraz. Los resultados están principalmente dirigidos a la identificación de un conjunto de indicadores cuantitativos y cualitativos que permiten evaluar el nivel de esbeltez en la entidad objeto de estudio y que serán utilizados posteriormente para definir el conjunto de acciones a aplicar con el fin de elevar la eficiencia de la fábrica.



Abstract

Lean Manufacturing it is a topic of present time that has as objective to increase the competitiveness and efficiency of the organizations starting from the elimination of waste or activities that they don't add value. Their application has allowed to the companies leaders of this concept, to have a clear vision of the improvements and to focus it to the satisfaction of the clients. The UEB Central Bottling "Osvaldo Socarrás" study object, it has been presenting a series of problems linked with the concept lean. With such a reason the present investigation goes to develop a tool that allows to evaluate the leanness in the factory. To complete this objective it became necessary the use of technical of bibliographical revision, revision of documents, consults to specialists, direct observation, you interview, experts' method, quantitative mensuration, you interview, among other that facilitate to obtain an argued result and truthful. The results are mainly directed to the identification of a group of quantitative and qualitative indicators that they allow to evaluate the level of leanness in the entity study object and that they will be used later on to define the group of actions to apply with the purpose of elevating the efficiency of the factory.



ÍNDICE

<i>Introducción</i>	2
<i>Capítulo I: Marco Teórico-Referencial</i>	5
1.1 Introducción	5
1.2 . Manufactura esbelta (<i>lean manufacturing</i>). Filosofía, tipos de residuos y principios	5
1.2.1. Filosofía <i>Lean Manufacturing</i>	5
1.2.2. Tipos de residuos considerados en <i>Lean Manufacturing</i>	8
1.2.3. Principios en el <i>Lean Manufacturing</i>	10
1.3. Prácticas de <i>Lean Manufacturing</i>	11
1.4. Indicadores y herramientas para evaluar la esbeltez en las empresas manufactureras	14
1.5. Estado de la práctica: aplicación de la filosofía <i>Lean</i> en la empresa cubana.....	18
1.6. Conclusiones parciales	22
<i>Capítulo II: Aplicación del procedimiento de evaluación de la esbeltez en la UEB “Oswaldo Socarrás”</i>	23
2.1. Introducción	23
2.2. Caracterización de la UEB “Oswaldo Socarrás”	23
2.3. Procedimiento para la evaluación de la esbeltez en la Embotelladora Central “Oswaldo Socarrás” y su aplicación	25
2.4. Conclusiones parciales.....	59
<i>Conclusiones finales</i>	60
<i>Recomendaciones</i>	61
<i>Bibliografía</i>	
<i>Anexos</i>	



Introducción

Con el objetivo de poder competir en los mercados globales, hoy en día, el ámbito industrial ha aceptado que el modelo conocido como *Lean Manufacturing*, surgido de la industria japonesa, es el más eficiente para lograr esta meta. Cada vez más, las empresas se ven obligadas a adoptar iniciativas innovadoras que aseguren su puesto como mejores en su clase.

En los años 80 se descubre que los japoneses trabajaban con unos niveles de calidad mucho mayores, con la mitad de stock y con el doble de productividad, y en estos últimos años hemos comprobado que lo mismo ha ocurrido con el resto de sectores fabriles, incluidas algunas empresas de servicios que han ido adoptando este modelo como referencia debido a los resultados obtenidos con su implementación.

De esta forma, el aumento de la volatilidad, la competitividad global y la crisis de ventas obligan a los fabricantes a comprometerse con la fabricación de clase mundial a través de la adopción de sistemas *lean* para permitir el éxito económico en tiempos difíciles. Uno de los pasos más difíciles es medir el progreso de la implementación de políticas *lean*, especialmente en un mercado altamente complejo **(Ali and Deif, 2014)**.

Lean genera una dinámica propia de mejora, eliminando todo aquello que no sea necesario, por lo que la adaptación de esta metodología en las empresas es diferente, pero siempre en busca de implementar un sistema más productivo que opere con base en las necesidades de los clientes, al mínimo coste y con calidad de primera.

En el ámbito empresarial cubano de la actualidad se tratan temas comunes al *Lean* referidos a la productividad, eficiencia, efectividad, eficacia, dirección flexible, etc. En los últimos tiempos, a la luz de los Lineamientos de la Política Económica del Partido y de la Revolución, aparecen otros temas relacionados como competitividad, valor añadido y enfoque al mercado. No obstante, *Lean* visto como enfoque y sistema de trabajo es prácticamente desconocido en Cuba.

A partir de las exigencias en el mundo empresarial es una necesidad para las empresas cubanas de contar con herramientas que permitan evaluar la esbeltez y así ganar en calidad y productividad, además dota del conocimiento preciso ante nuevos cambios que se presenten y a partir de estos trazarse estrategias robustas de comprensión y acción.

Uno de los sectores más importantes no solo para Cuba sino para el mundo, es el sector



alimentario, necesario para el desarrollo de cualquier país y uno de los que mayor demanda de producción presenta debido a su relación directa con la canasta básica. Todas las empresas de producción de alimentos se ven obligadas a aumentar rápidamente sus ritmos de crecimiento para satisfacer las necesidades de los clientes cada vez más exigentes.

La Empresa de Bebidas y Refrescos de Villa Clara, subordinada a la Unión de Bebidas y Refrescos, puede ser considerada objeto de adopción del modelo *Lean Manufacturing* y específicamente la Embotelladora Central "Osvaldo Socarrás" siendo una unidad empresarial de base (UEB) de dicha empresa. El objetivo de esta empresa es producir y comercializar de forma mayorista bebidas alcohólicas, refrescos carbonatados y concentrados, vinos, aguas, hielo y vinagre.

La Embotelladora Central, objeto de esta investigación centra sus producciones solo en refrescos concentrados y carbonatados, así como en agua carbonatada y en la comercialización de pomos PET (envases utilizados en sus producciones de agua y refrescos carbonatados).

En los últimos años se han ido presentando varios problemas organizativos y productivos atentando contra la satisfacción del cliente. La dirección ha realizado acciones correctivas aisladas para minimizar los daños asociados a la calidad de las producciones, a continuos atrasos en los planes por ausencia de materias primas y pérdidas de tiempo en el proceso productivo, a la falta de experiencia de la mayoría del personal y a la inadecuada explotación de la tecnología de producción la cual provoca cuellos de botellas en el proceso e interrupciones por roturas debido a la falta de piezas de repuesto. Las acciones llevadas a cabo no siempre son las adecuadas ya que no se evalúan sus impactos, por lo que persisten en muchos casos las mismas deficiencias, llevando al incumplimiento de planes de entrega a los clientes. Lo anterior constituye, a grandes rasgos, **la situación problemática** de la investigación.

Después de un análisis exhaustivo de la literatura relacionada sobre *Lean Manufacturing*, se encontró una correspondencia entre los objetivos de esta filosofía y los problemas que afectan a la empresa objeto de estudio; por lo que queda implícita la necesidad de implementar el *Lean Manufacturing* en la UEB Embotelladora Central "Osvaldo Socarrás".

Considerando que dicha implementación requiere, como punto de partida, la evaluación de la esbeltez, cuyo objetivo es definir el nivel de esbeltez actual de la organización (**Ali**



Almomani et al., 2014) el problema de investigación a resolver es: ¿cómo evaluar la esbeltez “*leanness*” en la UEB Embotelladora Central “Osvaldo Socarras”?

El **objetivo general** de la investigación es desarrollar una herramienta que permita evaluar, de forma sistemática, la esbeltez (*leanness*) en la UEB Embotelladora Central “Osvaldo Socarras”. Para el cumplimiento del mismo se definen los objetivos específicos siguientes:

1. Definir los pasos del proceder metodológico que permitan elaborar la herramienta para la evaluación de la esbeltez.
2. Definir las dimensiones e indicadores que permitan medir la esbeltez en la Embotelladora Central.
3. Validar la herramienta propuesta a partir de su aplicación en la UEB objeto de estudio.

La presente investigación queda estructurada en dos capítulos. En el **Capítulo I** se realiza un análisis teórico de todos los elementos relacionados con la filosofía *Lean Manufacturing* que sirven de soporte para facilitar el desarrollo de la investigación, el **Capítulo II** expone todo el procedimiento para el desarrollo de la herramienta y su aplicación en la UEB, finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas como resultado de la investigación, así como los anexos que complementan la misma.

Su valor teórico-metodológico radica en la posibilidad de construir un marco teórico-referencial, derivado de la consulta en la literatura internacional y nacional más actualizada sobre la manufactura esbelta y en presentar una herramienta para la evaluación de la esbeltez, la cual puede ser extendida a otras empresas del sector.

El valor social de la investigación se refleja en la mejora de la satisfacción al cliente, unido a una mayor eficacia, productividad y capacidad de generación de productos con la calidad requerida de la organización.

El valor práctico está asociado a que la organización contará con una herramienta de trabajo en su poder para evaluar y dar solución de manera eficaz a los problemas que los afectan.

Capítulo I: Marco Teórico-Referencial

1.1 Introducción

Para el desarrollo del presente capítulo se exponen los resultados de una revisión bibliográfica sobre el tema objeto de estudio. El propósito del capítulo es, por tanto, sustentar teóricamente la investigación, así como identificar las herramientas que permitan resolver el problema, es decir, cómo evaluar la esbeltez en la entidad objeto de estudio práctico. A continuación se muestra el hilo conductor que guía la revisión teórica de la investigación.

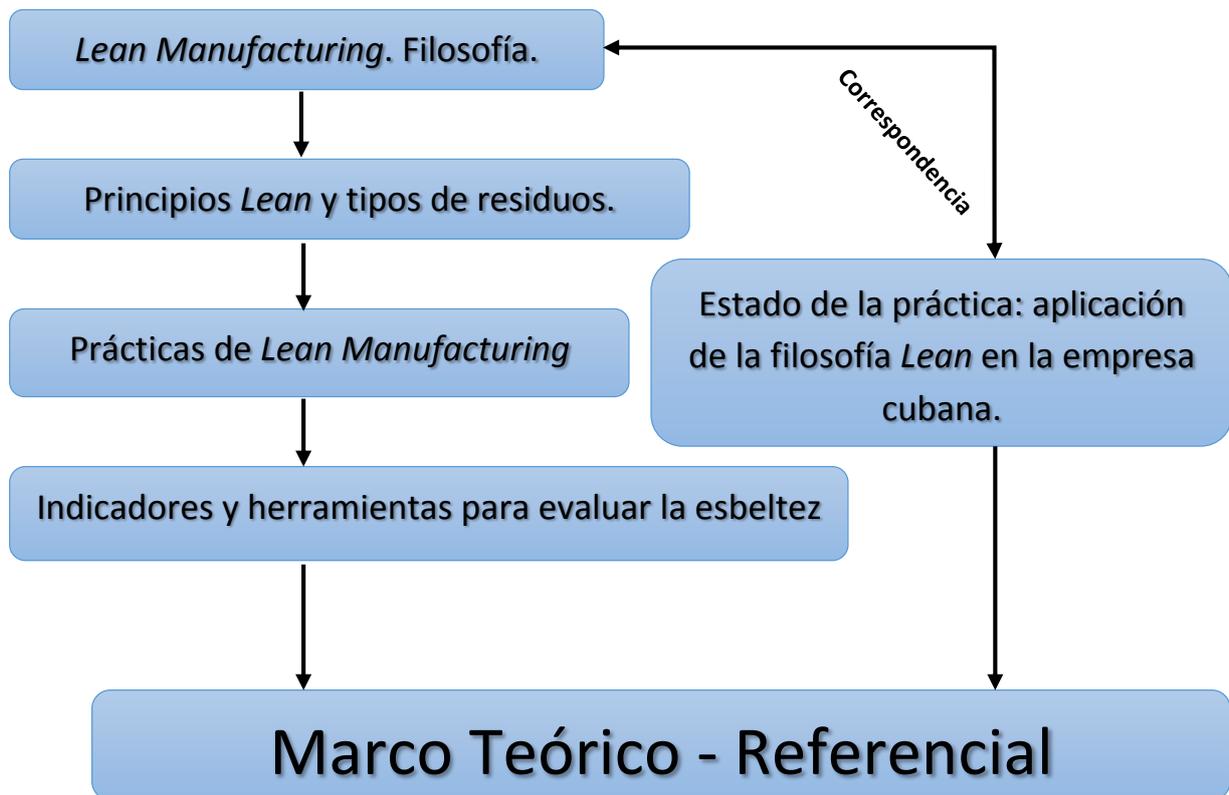


Figura 1.1: Hilo conductor para la realización del Marco Teórico y Referencial de la investigación

1.2. Manufactura esbelta (*lean manufacturing*). Filosofía, tipos de residuos y principios

1.2.1. Filosofía *Lean Manufacturing*

“*Lean Manufacturing*” es una filosofía, basada en el Sistema de Producción Toyota (TPS), y otras prácticas de gestión japonesas que se esfuerzan por acortar la línea de tiempo entre la orden del cliente y el envío del producto final, mediante la eliminación constante de los residuos (Singh et al., 2010). La filosofía *Lean* tiene su origen con Taiicho Ohno, considerado el padre del *Lean Manufacturing* y Shigeo Shingo.



Ohno estableció las bases del nuevo sistema de gestión *JIT/Just in Time* (Justo a tiempo), el cual junto con sistemas y herramientas de control de la calidad, la implicación de los empleados, la participación de los proveedores y de los clientes, entre otros, servirían de pilares a la filosofía *Lean* (**Shah, 2002**). El hecho de hacer más eficiente la industria automotriz los obligó a realizar serias reflexiones debido a que tuvieron que enfrentarse a una demanda limitada, sin posibilidad de recurrir a economías escalas y prácticamente sin financiación complicándose aún más con altos volúmenes de inventarios, escasos mercados y una amplia limitación de recursos.

Se presentaron los conceptos *JIT* a una amplia audiencia en los EE.UU. enfatizando la importancia de los pequeños lotes, la producción de modelos mixtos, los trabajadores multifuncionales, el mantenimiento preventivo y la entrega de *JIT* por parte de los proveedores (**Bhamu and Sangwan, 2014**) lo cual significó que poco a poco se fuera adaptando la filosofía *Lean Manufacturing* a diversas industrias.

Como resultado de lo anterior varios autores han tratado de definir en sus propios términos, el concepto de *Lean Manufacturing*. En el caso de (**Ming-Te et al., 2013**) quienes especifican que es “la mejora de la producción y la gestión de servicios dentro de una empresa a través de varias técnicas de gestión, la cual puede eliminar los residuos, los sucesos redundantes y los gastos sin valores agregados”. O el propuesto por (**Asnan et al., 2015**) donde plantea el significado de *lean* como las actividades realizadas para minimizar el desperdicio y la operación sin valor añadido, mientras se mejora el proceso de valor agregado.

Según (**Ali Almomani et al., 2014**) esta filosofía es esencial en cualquier empresa de fabricación para buscar la adquisición del estado de desperdicio cero con el fin de sobrevivir en el entorno competitivo global de hoy.

En el caso de (**Shah R. and Ward, 2003**) primero expresan que *Lean Manufacturing* se puede definir mejor como un acercamiento para entregar el valor más alto al cliente, eliminando el desperdicio a través del proceso, convirtiéndose en un sistema integrado compuesto por elementos altamente interrelacionados y una amplia variedad de prácticas de gestión, incluyendo *JIT*, sistemas de calidad, equipos de trabajo, etc. Luego plantea que no sólo se puede ver como acción dentro del proceso productivo, sino específicamente a lo largo de toda su cadena de suministro” (**Shah and Ward, 2007**).

Puede encontrarse en algunas investigaciones la asociación de los términos *lean* y *agile manufacturing* (fabricación esbelta y ágil) describiéndose a menudo como dos filosofías de



fabricación distintas con diferente sistema de metas. *Lean* básicamente enfatiza la reducción en el desperdicio de recursos, y el sistema ágil, pretende ser más flexible y adaptable a los cambios en el ambiente y por lo tanto tiene el potencial de usar más recursos (**Christopher and Towill, 2000**).

A pesar de las diferencias en el objetivo final, algunos investigadores presentan *lean* y *agile* como estrategias que se apoyan mutuamente en la organización (**Naylor et al., 1999**). Otros investigadores han avanzado en la idea de estrategias de fabricación *lean* y ágiles coexistiendo a través de la fabricación *leagile* aplicada dentro de un sistema de fabricación o cadena de suministro. Al fin, tanto las iniciativas esbeltas como ágiles afectan significativamente la conformidad de calidad, la velocidad de entrega y la disponibilidad de entrega (**Bruce et al., 2004**).

Al revisar la literatura sobre *Lean Manufacturing* se puede apreciar que en ocasiones se introduce con mayor fuerza el factor humano dentro de su concepción, enfatizando no solo en la mejora del rendimiento de los empleados, las habilidades y la satisfacción de los mismos (**Bayou and Korvin, 2008**), sino también en posibles consecuencias de stress y significantes enfermedades laborales de no hacerse correctamente la introducción de este modelo en la organización (**Landsbergis et al., 1999**). Además la participación activa y total de los directivos a este proceso de cambio involucrando a todos los trabajadores para evitar posibles resistencias, las cuales son factores claves a eliminar una vez adoptada la filosofía *Lean* en la organización (**Jaaron and Backhouse, 2010, Asnan et al., 2015**), es imprescindible para lograr los objetivos de la misma.

Es válido aclarar que el término *Lean* no solo queda a bondad de industrias manufactureras sino que ha sido llevado también a sistema de servicios tomando su definición similar de la *Lean Manufacturing* con la diferencia que lo controlado no será un producto físico sino un producto intangible a disposición de la percepción y la satisfacción final del cliente que recibe el servicio.

En estos conceptos de *Lean Manufacturing* se recoge el pensamiento de quienes estudiaron el tema, los cuales evidentemente coinciden en características, como: la eliminación de desperdicios o actividades que no añaden valor a la cadena y en la utilización de técnicas y herramientas para su implementación.

Existen a su vez términos diferenciadores, o que se extienden en un período de tiempo. Tal es el caso de las técnicas *just-in-time* y el enfoque de costos que predominaron inicialmente,



mientras que cambios posteriores incluyeron la gestión de la calidad total (TQM). Luego, la atención se centró principalmente en los costos y la prestación de la calidad, y en la actualidad, *lean manufacturing*, cambió el foco hacia el valor en lugar de los costos, lo que denota un enfoque más estratégico **(Carlborg et al., 2013)**. Debido a esta razón se puede apreciar diferentes intereses a lo largo de la literatura como consecuencia de la evolución del tema.

Por tanto, en el contexto de esta investigación la definición que más se ajusta brindada por la literatura plantea que *Lean Manufacturing* (LM) es un sistema socio-técnico integrado cuyo objetivo principal es eliminar los residuos minimizando o reduciendo simultáneamente la variabilidad interna, del proveedor y el cliente, entendida esta como toda la cadena de suministro **(Shah and Ward, 2007)** siendo una filosofía de crecimiento a largo plazo generando valor para el cliente, la sociedad y la economía mediante técnicas y herramientas con el objetivo de reducir costos, mejorar tiempos de entrega y mejorar la calidad mediante la eliminación total de las actividades que no agreguen valor.**(Pakdil and Moustafa, 2014)**.

1.2.2. Tipos de residuos considerados en *Lean Manufacturing*

Como se ha mencionado anteriormente una manera de crear o mejorar el valor en la producción es eliminar el desperdicio **(Steinlicht, 2010)** para lograr una adecuada implementación de *Lean Manufacturing* en las empresas, entendido, como cualquier actividad humana o proceso que absorba recursos innecesariamente y no añade valor **(Stone, 2010)**. Este elemento es muy importante ya que la eliminación de los residuos reduce los costos de producción variables asociados a la mano de obra, los materiales y la energía, aumentando así la rentabilidad unitaria de los productos. *Lean* también ataca los residuos asociados con los costos fijos de las instalaciones, el equipo, el capital y el apoyo, tales como la gestión, la ingeniería, etcétera **(Pakdil and Moustafa, 2014)**.

Básicamente, *Lean* define tres categorías de residuos, que pueden determinarse en diferentes niveles en una organización. Los tres términos Mura, Muda, y Muri se usan a menudo juntos (llamados los tres Ms) que describen colectivamente actividades improductivas que pueden ser eliminadas **(Damrath, 2012)**.

Otros autores como **(Manuel F. Suárez-Barraza et al., 2012)** y **(Olsen, 2004)**, también utilizan estos términos para referirse a los residuos del sistema, con mayor énfasis en Muda (residuo) en termino general, ya explicado anteriormente, este incluye acciones que no son

de valor agregado, pero que no puede ser descuidado por alguna otra razón y actividades que no agregan valor y no son necesarias.

Los siete tipos de muda a los que se hace referencia clásicamente por autores como **(Karim and Arif-Uz-Zaman, 2013, Pakdil and Moustafa, 2014, Krishna and Kodali, 2014, Olsen, 2004, Raja, 2011, Steinlicht, 2010, Hadid and Mansouri, 2014)** se pueden apreciar en la **Figura 1.2**. A efectos de esta investigación se consideran los más importantes a tener en cuenta en cualquier empresa de producción.

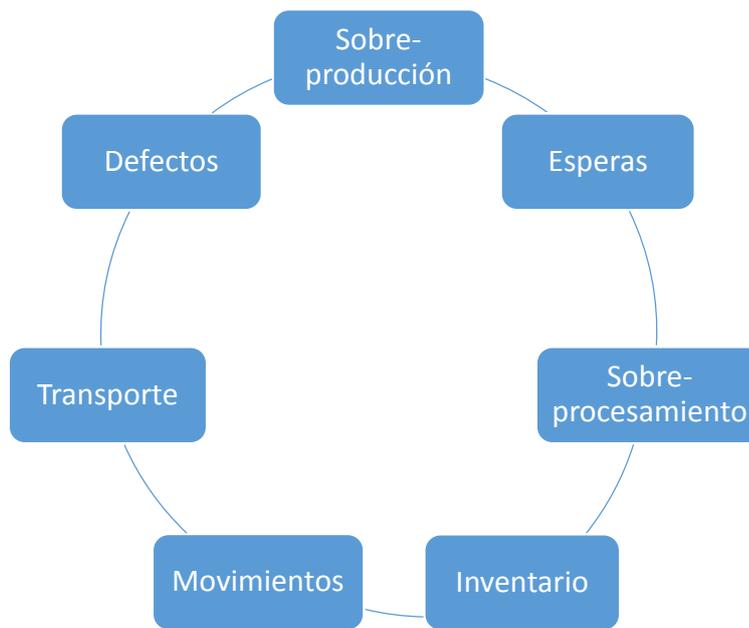


Figura 1.2: Siete desperdicios considerados en *Lean Manufacturing*.

- 1) Sobre-producción: Producir en exceso o con demasiada antelación.
- 2) Esperas: Espera para piezas o documentos o para que una máquina termine el ciclo. Tiempo sin actividad del personal.
- 3) Sobre-proceso: Trabajo o servicio adicional no percibido por el cliente.
- 4) Inventario: Cualquier cantidad por encima del mínimo necesario para llevar a cabo el trabajo.
- 5) Movimiento: Cualquier movimiento innecesario de personal o equipos que no añada valor al producto.
- 6) Transporte: Cualquier transporte no esencial es un desperdicio trayendo consigo el daño de mercancías por manipulación excesiva.



- 7) Defectos o Errores: Implican esfuerzos para inspeccionar y corregir defectos, lo que afecta a los costos directos y conlleva tareas adicionales.

Existe un octavo tipo de residuo, igual de importante que los anteriores pero que varios autores lo dejan implícito en sus investigaciones, llamado "desperdicio de talento humano no utilizado" o "subutilización de la creatividad de los empleados" **(Stone, 2010)**. Este se considera una práctica inadecuada de gestión al subutilizar mano de obra humana con tareas no alineadas de acuerdo a su nivel de calificación **(Damrath, 2012)**.

La determinación sobre qué residuos pueden afectar una empresa es un paso necesario para lograr aumentar la productividad y eficiencia de la misma en un entorno en el que las limitantes de la organización y la demanda incierta, amenazan la competitividad y la posición en el mercado, por tanto aceptar el pensamiento *lean* como estrategia operacional y estratégica también requiere un conjunto de principios que guían las actividades de las organizaciones involucradas en la transformación.

1.2.3. Principios en el *Lean Manufacturing*

Los principios *lean* han sido definidos de diferentes maneras. Autores como **(Karim and Arif-Uz-Zaman, 2013, Carlborg et al., 2013, Steinlicht, 2010, Stone, 2010, Doolen and Hacker, 2005)** enuncian cinco principios de las industrias manufactureras: especificar el valor, identificar el flujo de valor, el flujo, la atracción (*pull*) y la perfección.

- Especificar e identificar el valor: es conocer lo que será transmitido a los clientes de acuerdo a lo que ellos realmente quieren, además el valor es creado por el proveedor pero es definido por el cliente **(Asnan et al., 2015)**.
- Identificar el flujo de valor: el valor se crea principalmente por necesidades del cliente, por lo tanto, el flujo del valor está constituido por la secuencia de actividades que permite su satisfacción **(López et al., 2015)**.
- Flujo: Se centra en la optimización del movimiento continuo a través de la secuencia de actividades u operaciones que generan valor. **(Portioli-Staudacher, 2010)**.
- La atracción: luego de desarrollar una corriente de valor que facilita el flujo ininterrumpido de productos, se debe asegurar que la producción coincida con el ritmo de la demanda del cliente y solo se produzca lo que el cliente necesite. La demanda de los clientes, por lo tanto, actúa como un mecanismo de activación para que la producción comience. **(Raja, 2011)**.



- Perfección: El principio final de producción es la mejora continua: la perfección es el único objetivo. El constante esfuerzo por la perfección tiene su propia palabra en japonés - kaizen - un término usado a menudo como un concepto de la gerencia de fabricación (**Åhlström, 2004**).

Por su parte, (**Åhlström, 2004**), define como principios de *Lean Manufacturing*: la eliminación de desperdicios, cero defectos, sistemas *pull* en lugar de sistemas *push*, equipos multifuncionales, descentralización de las responsabilidades, sistemas de información verticales y mejora continua, a su vez (**Panwar et al., 2015**) proponen un enfoque similar a los anteriores, solo enfatizando en la mejora continua, principio que pudiera considerarse como implícito en algunos de los anteriores.

Es importante aclarar que también se hace uso en algunas investigaciones de 14 principios, (**Pakdil and Moustafa, 2014**) conocidos como los principios de Toyota, los cuales enuncian objetivos más específicos debido a que tienen su base en la industria automotriz.

Como es evidente muchos de los principios tienen una plataforma común, solo se diferencian según el contexto en que están enmarcadas las investigaciones que hacen uso de ellos. En cualquiera de los casos se tratan los mismos términos esenciales y se refleja la misma meta de hacer más productivas las empresas.

Teniendo en cuenta los objetivos de este trabajo y las particularidades de las organizaciones de producción, se consideran más conveniente los principios anteriormente explicados.

Hay que tener en cuenta que la implementación incorrecta de los principios *lean* influirá negativamente en cualquier empresa manufacturera y la imagen de *Lean Manufacturing* como una filosofía de mejora y eliminación de residuos puede verse afectada (**Ali Almomani et al., 2014**).

1.3. Prácticas de *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing es un concepto que unifica diversas prácticas que miden diferentes objetos, como el tamaño del inventario, los defectos de calidad y la mejora continua (**Emiliani, 2000**) citado en (**Bayou and Korvin, 2008**) por lo que se han utilizado diversos términos para denotar el conjunto de prácticas diseñadas para incrementar la competitividad de las empresas al eliminar sistemáticamente los residuos de todo tipo (**Bonavia and Marin, 2006**) ya que su aplicación puede variar según la investigación que se esté realizando (Ver **tabla 1.1**).



Tabla 1.1: Algunas de las prácticas *lean* más citadas en la literatura

Grupos de Prácticas "Lean"	Prácticas de Lean Manufacturing	Definición	Referencias
<i>JIT (Justo a tiempo)</i>	Fabricación celular	Es la entrega de lo que se necesita, dónde se necesita, en la cantidad necesitada, en el momento acordado.	(Singh et al., 2010, Hofer et al., 2012, Camacho Miñano et al., 2013, Shah R. and Ward, 2003)
	Sistema <i>pull</i> / Kanban		(Singh et al., 2010, Yang et al., 2011, Olsen, 2004, Shah and Ward, 2007, Shah R. and Ward, 2003, Bonavia and Marin, 2006)
	Reingeniería de procesos		(Shah R. and Ward, 2003, Bonavia and Marin, 2006)
	Reducción de tiempo de ciclo		(Shah R. and Ward, 2003)
	Reducción del tamaño del lote		(Shah R. and Ward, 2003)
	Producción según <i>Takt time</i>		(Ali and Deif, 2014)
	<i>TQM (Gestión de la calidad total)</i>	Participación de los proveedores	Asigna la responsabilidad de mejorar y mantener la calidad a cada miembro de la empresa.
Estandarización de procesos			(Singh et al., 2010, Hofer et al., 2012, Doolen and Hacker, 2005)
SPC (Control estadísticos de los procesos)			(Damrath, 2012, Carlborg et al., 2013, Bonavia and Marin, 2006)
<i>Programas de mejora continua/ Kaizen</i>	Mapa de flujo de valor	Promueve el cambio basado en un modelo continuo de mejora constante.	(Singh et al., 2010, Shah R. and Ward, 2003, Bonavia and Marin, 2006, Doolen and Hacker, 2005)
	Control visual		(Singh et al., 2010, Damrath, 2012)
	<i>Benchmarking</i>		(Singh et al., 2010, Shah R. and Ward, 2003, Bonavia and Marin, 2006)
	5-S		(Shah R. and Ward, 2003)
	<i>HRM (Gestión de recursos humanos)</i>	Equipos de trabajo auto dirigidos y reducción de problemas	Trabajadores capacitados para realizar diversas funciones y tareas, con conocimientos avanzados y flexibles.
Fuerza laboral multifuncional			(Singh et al., 2010, Hofer et al., 2012, Olsen, 2004, Shah and Ward, 2007, Shah R. and Ward, 2003, Doolen and Hacker, 2005)
Nuevos equipos / tecnologías de proceso			(Hofer et al., 2012, Bayou and Korvin, 2008, Shah R. and Ward, 2003)
<i>TPM (Mantenimiento preventivo total)</i>	Automatización / <i>Jidoka</i>	Es un programa que asegura que el equipo está en la condición necesaria de operatividad y disponible para el uso cuando sea necesario	(Doolen and Hacker, 2005)
			(Cua et al., 2001, Shah R. and Ward, 2003) (Åhlström, 2004, Singh et al., 2010, Bhamu and Sangwan, 2014)



La tabla anterior permite conocer algunas de las prácticas más utilizadas en las empresas de producción, y mencionadas por los autores a través de sus investigaciones. Se muestra además una pequeña explicación general de cada grupo para lograr un mejor entendimiento.

Según **(Shah R. and Ward, 2003)** se pueden nombrar cuatro grandes grupos de prácticas: JIT, TQM, TPM y HRM. Dentro de ellos, entonces se pueden encontrar prácticas más específicas, como se muestra en la tabla anterior, por ejemplo: todas las prácticas relacionadas con el flujo de producción pueden ser combinadas en forma de JIT.

Lo mismo ocurre con las prácticas relacionadas con la mejora continua y la sostenibilidad de productos y procesos de calidad las cuales se combinan para formar el paquete TQM, aunque otros autores las tratan de forma separada como fueron expuestas en la tabla 1.1, es evidente la relación inseparable que existe entre ambas por lo que cualquiera de los dos usos es correcto. Además cuando se trata de gestión de la calidad, **(Edgeman, 2010)** y **(Ross Ritchie and Angelis, 2009)**, establecen también la utilización de six sigma como práctica funcional dentro de la misma.

El paquete TPM incluye prácticas diseñadas principalmente para maximizar la efectividad del equipo a través del mantenimiento predictivo y preventivo planificado del equipo y el uso de técnicas de optimización de mantenimiento. En términos más generales, el énfasis en el mantenimiento también puede verse reflejado en el énfasis dado al nuevo equipo de proceso o adquisición de tecnología **(Cua et al., 2001)**.

Existen prácticas que pueden ser tratadas individualmente o pueden ser combinadas entre sí para obtener mejores resultados en cuanto a implementación y evaluación de los resultados.

El uso correcto de estas prácticas ya sea operacionales o de gerencia ayuda a obtener el estado deseado de esbeltez en las empresas. Para lograr este impacto se hace necesario evaluar no solo el nivel de esbeltez en que se encuentra la organización como medida de conocimiento para la implementación de la filosofía *lean*, sino su alcance posterior (no objetivo de este estudio); por lo que es imprescindible conocer las herramientas e indicadores de evaluación para medir su impacto.



1.4. Indicadores y herramientas para evaluar la esbeltez en las empresas manufactureras

La evaluación *Lean* representa el primer paso de todos los marcos de implementación *lean*. Su objetivo es definir el nivel de esbeltez actual de la organización (**Ali Almomani et al., 2014**), la cual debe contar con el mínimo número posible de indicadores que garanticen disponer de información constante, real y precisa sobre aspectos tales como: efectividad, eficiencia, eficacia, productividad, calidad etc., todos los cuales constituyen el conjunto de indicadores de la organización. Por tanto, para lograr una correcta evaluación de la esbeltez en las organizaciones es necesario conocer qué indicador debe ser medido y qué herramienta se utilizaría para llevar a cabo esta medición. Este epígrafe se basa en la recolección de indicadores y herramientas utilizados a lo largo de toda la bibliografía consultada.

(**Formigoni Carvalho and Tubino, 2013**) por medio de una revisión bibliográfica, presentan los métodos científicos de evaluación de *Lean Manufacturing*, buscando identificar sus principales características, y las prácticas *lean* utilizadas.

(**Arisha et al., 2011**) presenta un trabajo basado en la importancia de utilizar la optimización de la simulación en el proceso de evaluación *lean*, donde se destacan y evalúan tres prácticas relacionadas con la gestión de la demanda, el mantenimiento preventivo, la capacidad de trabajo y el flujo de productos mediante el tiempo de ciclo, *WIP* (trabajo en proceso) y la utilización de los trabajos como medidas de desempeño. La ventaja de utilizar un enfoque de simulación en el contexto *lean* se extiende a seleccionar la mejor alternativa al estado actual del sistema. Tal selección se realiza mediante experimentos de simulación cuidadosamente diseñados, integrados con herramientas de optimización. (**Greinacher et al., 2015**) también presenta un trabajo basado en la simulación como herramienta pero enfocado al impacto ambiental dentro de las estrategias *lean*.

(**Agarwal et al., 2006**) en su investigación, presenta un estudio sobre la cadena de suministro que recoge la sensibilidad al mercado, la integración de procesos, el flujo de la información y las medidas de flexibilidad del desempeño de la cadena de suministro. El artículo explora la relación diferentes indicadores como son: el tiempo de entrega, el costo, la calidad y el nivel de servicio y flexibilidad y agilidad de una cadena de suministro. Para ello adopta el enfoque del proceso de red analítica (*ANP*),



por sus siglas en inglés, donde se puede evaluar la influencia de diversas dimensiones de desempeño, como respuesta oportuna para satisfacer la demanda del cliente. En el caso de la investigación propuesta por **(Cil and Turkan, 2013)** se desarrolla también esta herramienta pero esta vez para evaluar la relación entre los componentes de la transformación *lean* y la transformación de la empresa como un todo.

Una herramienta utilizada por **(Chongwatpol, 2013)** es el uso de tecnologías de identificación por radiofrecuencia (*RFID*) para la evaluación de iniciativas *lean*. El análisis se basa en una comparación de las siguientes tres tecnologías de identificación automática: el código de barras 1D (bidimensional) existente, el código de barras 2D y el uso de la *RFID* en un ambiente real de taller donde los artículos se fabrican para satisfacer la demanda real y también la demanda de pronósticos futuros. Como parte de su investigación se demuestra que el empleo de *RFID* en iniciativas de fabricación *lean* puede reducir algunos desechos, pero no necesariamente todos los tipos de residuos.

(Bhasin, 2011) propone medir la esbeltez a través de 104 índices agrupados en 12 categorías distintas: seguridad en general, la limpieza y el orden; flujo de producción y operación; procesos y operaciones; gestión visual; calidad diseñada en el producto; la mejora continua; la estrategia de cambio; sostenibilidad esbelta; la cultura-empleado orientado; cultura organizacional-prácticas de la organización; *Lean* tratado como un negocio y la filosofía *Lean*.

(Almeida Marodin and Saurin, 2013) realizan un estudio sobre los métodos utilizados para la evaluación de *Lean Manufacturing*, enfocadas más al grado de implementación de las prácticas, utilizan indicadores conocidos, vinculados a prácticas anteriormente expuestas como son tiempo de entrega al consumidor, productividad, eficiencia del equipamiento, número de rotación del inventario por año, tiempo de espera, entre otros, clasificándolos en cinco grupos; operacionales, financiero, humano, mercado y medio ambiental.

(Nawanir et al., 2013) a su vez, utilizan los cuestionarios como herramienta de evaluación para medir la implementación de prácticas *lean* en el sector productivo de Indonesia, con una medida de cinco puntos de la escala Likert, la cual tiene varias limitantes al estar sujeta a la percepción de los encuestados.



Otra medida para cuantificar el nivel de esbeltez de los sistemas de fabricación es el propuesto por **(Wan and Chen, 2008)** usando el tiempo, el costo y el valor del producto como indicadores, a partir del concepto de Análisis de Envoltura de Datos (*DEA*). Esta herramienta extrae las inversiones de valor añadido de un proceso de producción para determinar la frontera de esbeltez como un punto de referencia. Un programa lineal basado en la medida basada en holguras (*SBM*) deriva la puntuación de la esbeltez, que indica qué tan esbelto es el sistema y cuánto desperdicio existe. Usando el puntaje, los impactos de varias iniciativas *lean* pueden ser cuantificados como información de apoyo a la decisión que complementa las métricas *lean* existentes.

Por su parte **(Taggart and Kienhöfer, 2013)** desarrollan un total de 78 indicadores distribuidos en las siguientes dimensiones: Alineación de metas, Conciencia cultural, Gestión visual, Mejora continua, Estandarización del trabajo, Operaciones flexibles, Comprobación de errores, Cambio rápido, Mantenimiento productivo total, Sistemas JIT, Nivel de producción; definidos y controlados mediante las auditorías *lean* como herramienta de evaluación de las prácticas *lean*. Esta herramienta también está presente en otros trabajos **(Bhasin, 2011, Shah and Ward, 2007)**, las mismas son usadas para evaluar el nivel de implementación de políticas, gestión de procesos, herramientas y técnicas y la integración de diferentes actividades, logrando detectar posibles errores en el proceso de adopción de la esbeltez.

(Ali and Deif, 2014) proponen un modelo dinámico, basado en la simulación, para la evaluación del grado de esbeltez en las organizaciones, a través de tres métricas como son *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, *Overall Work-in-process Efficiency (OWE)* y *Overall service level (OSL)*. El modelo evalúa el efecto sobre la puntuación de esbeltez de la aplicación del concepto *One-piece flow* (flujo de una pieza) a través del *Takt time* (ritmo). La principal utilidad del modelo es apoyar el proceso de toma de decisiones relacionado con la adopción de políticas *lean*, así como en el establecimiento de parámetros óptimos del sistema.

(Lewis, 2000) realiza una investigación sobre la comparación de tres casos de estudio, en cuanto a la ventaja competitiva que significaba implementar la metodología *lean*, empleando tres dimensiones: procesos industriales, recursos humanos y proveedores, agrupando un total de 21 elementos analizados vinculados a las prácticas *lean*.



(Singh et al., 2010) proponen cinco grupos de indicadores seleccionados a partir de la revisión de la literatura existente. Los indicadores están relacionados con: suministradores, clientes, prioridades de inversión, prácticas *lean* y varios desechos. Este autor propone un índice para medir la esbeltez sobre la base de los indicadores anteriormente mencionados, utilizando la lógica difusa para obtener los resultados de la medición. Como él, otras investigaciones se ha basado en esta herramienta **(Behrouzi and Wong, 2011)**.

(Abreu and Ferreira, 2008) en su artículo presentan una evaluación cualitativa de la implementación de prácticas esbeltas en una fábrica de maquinaria agrícola, que ha tomado el modelo *lean* como filosofía de producción. La evaluación se llevó a cabo en la línea de montaje, utilizando cuatro fuentes de prueba: la observación directa; entrevistas con 15 directores y supervisores; entrevistas con 30 operadores y el análisis de los documentos relativos al sistema. Esta evidencia permite el llenado de una lista de control con 88 artículos distribuidos en 12 prácticas típicas. A pesar de las limitaciones del enfoque cualitativo utilizado (por ejemplo, la subjetividad en la asignación de los niveles de rendimiento de cada práctica), fue posible identificar las fortalezas y debilidades del sistema existente en la empresa. Por otra parte, el estudio de caso también indicó directrices para mejorar los métodos existentes de evaluación de *Lean Manufacturing*.

Bajo un mismo enfoque cualitativo **(Doolen and Hacker, 2005)** realizan un estudio de esbeltez en empresas que se encuentran dentro del campo de la electrónica, para ello identifican seis áreas de impacto que se usaron como base para las preguntas realizadas en el estudio. Las seis áreas incorporadas al estudio fueron: equipos y procesos industriales, desarrollo de nuevos productos, gestión de proveedores, relaciones con los clientes, gestión de la fuerza de trabajo y gestión de la producción. El estudio arrojó resultados en cuanto al nivel de implementación de las prácticas *lean* según las áreas de impacto y el tipo de empresa (pequeñas o grandes compañías) objeto de estudio.

Basado en la investigación de la esbeltez, **(Pakdil and Moustafa, 2014)** desarrollan enfoques tanto cuantitativos (directamente medible y objetivo) como cualitativos (percepciones de los individuos) para evaluar la aplicación de este modelo. Las medidas de rendimiento usadas por el primer enfoque abarca ocho dimensiones: Tiempos efectivos, Calidad, Procesos, Costos, Recursos humanos, Entregas, Clientes



e Inventarios. Mientras que el segundo utiliza cinco dimensiones de desempeño cualitativos: Calidad, Procesos, Clientes, Recursos humanos y Entregas, con 51 puntos de evaluación. Para medir la esbeltez emplean una herramienta la cual utiliza un enfoque de evaluación que incluye tanto las bases cuantitativas y cualitativas, construido también sobre lógica difusa.

Cualitativamente contemplan el nivel de implementación de las prácticas *lean*; cuantitativamente analizan el impacto de la adopción de estas prácticas agrupando los indicadores de rendimiento en dimensiones y calculando a través de la lógica difusa, una medida de distancia a partir de considerar valores extremos para cada indicador. En este mismo estudio se muestra un ejemplo de aplicación de la herramienta *propuesta LAT (Lean Assessment Tool)* basada en la lógica difusa.

Esta propuesta será la que se utilizará en la presente investigación, ya que según las características de la organización objeto de estudio y la sencillez de su aplicación, se considera que es la más adecuada para satisfacer los objetivos del estudio, además provee información sobre valores generales y específicos de cada indicador medido. Además se considera la evaluación de indicadores de rendimiento en esta herramienta.

1.5. Estado de la práctica: aplicación de la filosofía *Lean* en la empresa cubana

Lean Manufacturing entendida como una herramienta de dirección que hace los procesos más simples, elimina las pérdidas, establece los flujos racionales y productivos, puede ayudar a las empresas a mejorar la actuación comercial a nivel global en un mercado altamente competitivo. **(Moori et al., 2013).**

Contar con este sistema representa una ventaja competitiva de alto beneficio para las organizaciones que opten por este cambio. Alternativamente, pueden facilitarse precios estables con eficacia de la producción aumentada, que puede lograrse reduciendo el consumo del recurso y mejorando la organización del sistema industrial como beneficio financiero en la implementación. **(Diaz Elsayed et al., 2013)**. Otros de los beneficios que trae consigo la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing* se pueden ver en la **figura 1.3**:



Figura 1.3: Beneficios de la adopción de *Lean Manufacturing*. Fuente: **(Quintanilla Méndez, 2016)**

Es evidente que los beneficios antes expuestos están en consonancia con el modelo de una organización flexible, resultado inmediato de la adopción de estrategias de *Lean Manufacturing*.

Luego de una revisión detallada de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución **(PCC, 2011)** se encontraron puntos relacionantes con los principios que rigen la filosofía *Lean Manufacturing*. Aunque el país no tiene consolidada esta cultura, muchas de las necesidades que presentan las actuales empresas cubanas ya sean de producción o de servicios están ligadas a esta metodología.

A efectos de esta investigación se tendrá en cuenta la actualización de los lineamientos para el período 2016-2021, **(PCC, 2016)**, en el análisis de las principales



características y necesidades que presenta el país y su correspondencia con los elementos distintivos de la producción esbelta.

La actuación directiva es un elemento clave en la correcta adopción de un modelo esbelto en las organizaciones, a este punto hace referencia el lineamiento # 6 y 7, exigiendo una actuación ética por parte de los jefes, los trabajadores y las entidades en general, apoyándose en sistemas de controles para lograr mecanismos económicos-financieros más racionales, contribuyendo al fortalecimiento de la contabilidad para que constituya una herramienta fuerte en la toma de decisiones de estos directivos.

Así mismo el # 8 incita a continuar otorgando gradualmente a las direcciones de las entidades y del sistema empresarial nuevas facultades, definiendo con precisión la aplicación de su sistema de control interno, así como mostrando en su gestión administrativa orden, disciplina y exigencia, además de la evaluación sistemática de los resultados.

El desarrollo de instituciones fuertes y bien afianzadas en uno de los objetivos tras la implementación del modelo que en esta investigación nos consta, en relación a esta afirmación el lineamiento # 10 busca avanzar en el perfeccionamiento del sistema empresarial, a fin de lograr empresas con mayor autonomía y competitividad y el # 18 garantiza el logro de un entorno macroeconómico estable y sostenible que permita asignar eficientemente los recursos en función de las prioridades nacionales y del crecimiento económico sostenido. A su vez el # 67 y el # 72 expresan la importancia de elevar la eficiencia en la gestión de las empresas para el logro de un intercambio en los mercados internacionales con los más altos estándares de calidad.

Promover la cooperación y la integración de diferentes áreas que desarrollan actividades productivas, de servicios y de ciencia, tecnología e innovación, incluidas las universidades, para garantizar el desarrollo rápido y eficaz de nuevos productos y servicios, con estándares de calidad apropiados, constituye el contenido del lineamiento # 14 y el # 101 muy relacionado con el impacto de la adopción de nuevos patrones de utilización de los factores productivos, modelos gerenciales y de organización de la producción para alcanzar mayores niveles de productividad y eficiencia en todos los sectores de la economía, expresado en el # 24.



La creación de equipos de trabajos es una práctica importante dentro del modelo *lean*, conjuntamente el lineamiento # 105 insta a estimular la creatividad de los colectivos laborales y fortalecer su participación en la solución de los problemas tecnológicos de la producción y los servicios y la promoción de formas productivas ambientalmente sostenibles, de igual manera la formación de fuerza de trabajo calificada dentro del lineamiento # 143 también es un factor clave para lograr una correcta transición a la filosofía *lean*.

La modernización de los equipos sistemáticamente, la transformación estructural y el desarrollo tecnológico para reorientar el desarrollo industrial, son conceptos tratados en los lineamientos # 177 y 178.

Relacionado con el tipo de industria (alimentaria) que en este trabajo se toma como objeto de estudio en los lineamientos # 160, 171 y 172 se aborda la necesidad de priorizar y desarrollar la industria alimentaria y de bebidas, incluyendo la actividad local, en función de lograr un mayor aprovechamiento de las materias primas, la diversificación de la producción y el incremento de la oferta al mercado interno y de las exportaciones, siempre tratando de que los insumos puedan ser obtenidos eficientemente en el país, aplicando sistemas de gestión de la calidad, para asegurar, entre otros objetivos, la inocuidad de los alimentos.

Además de los anteriores expuestos los lineamientos # 250 y 251 tiene una estrecha relación con la optimización en la producción, tratando temas como el control de inventarios y la gestión de ventas para minimizar la inmovilización de recursos y las pérdidas en la economía como también la gestión integrada de las cadenas de suministro existentes en el país para evitar actividades sin valor en las organizaciones.

A pesar de que, a grandes rasgos, en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución se incluyen algunos elementos vinculados a la filosofía *Lean*, no existe un enfoque en sistema de los mismos. Además, por su propio objetivo estos elementos son líneas generales de actuación, las cuales precisan de definir las vías para llevarlas a la práctica empresarial. Con relación al objetivo de esta investigación y hasta donde se ha podido conocer, no existen experiencias en la empresa cubana de evaluación de la esbeltez.



1.6. Conclusiones parciales

1. Esta investigación considera que *Lean Manufacturing* es un sistema socio-técnico integrado cuyo objetivo principal es eliminar los residuos, siendo una filosofía de crecimiento a largo plazo, basada en las personas, que genera valor para el cliente, la sociedad y la economía mediante técnicas y herramientas con el objetivo de reducir costos, mejorar tiempos de entrega y mejorar la calidad mediante la eliminación total de las actividades que no agreguen valor.
2. Existen una amplia variedad de prácticas de *Lean Manufacturing*, las más importantes están vinculadas al factor tiempo, a la calidad, a la mejora, al mantenimiento y al factor humano, las cuales serán evaluadas a fin de conocer el grado de implementación de las mismas mediante indicadores, en busca del nivel de esbeltez existente en la instalación.
3. Al revisar la literatura y los estudios de caso, se destacan diferentes algoritmos para llevar a cabo una evaluación de este modelo, y al no existir una herramienta de evaluación única que pueda encajar a todas las empresas, se aplicará en este estudio la propuesta por **(Pakdil and Moustafa, 2014)**, basada en la lógica difusa, por su sencillez de aplicación y correspondencia con los objetivos que se desean alcanzar en el mismo, midiendo indicadores cuantitativos y cualitativos acordes a la situación actual de la organización.
4. La correspondencia entre los objetivos del modelo *Lean* y los de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, así como el pobre estado de la práctica de esta temática en la empresa cubana, realzan la importancia y necesidad de los resultados que puedan obtenerse de la presente investigación a fin de lograr extender esta filosofía dentro del sector industrial del país.



Capítulo II: Aplicación del procedimiento de evaluación de la esbeltez en la UEB “Osvaldo Socarrás”.

2.1. Introducción

El presente capítulo recogerá el desarrollo de la herramienta para evaluar la esbeltez en la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Osvaldo Socarras” subordinada a la empresa de “Bebidas y Refrescos” de Villa Clara, a partir de las condiciones actuales que presenta esta entidad, con el fin de elevar la eficiencia de la organización y el mejoramiento de sus producciones. A continuación se muestra una caracterización general de la institución objeto de estudio.

2.2. Caracterización de la UEB “Osvaldo Socarrás”

La embotelladora central “Osvaldo Socarrás” está ubicada en Prolongación de Colón y Avenida 26 de Julio, en la ciudad de Santa Clara. Fue fundada el 3 de septiembre de 1948 por la Compañía Coca Cola S.A. y nacionalizada en octubre de 1960. La misma constituye actualmente una UEB de la empresa de “Bebidas y Refrescos” de Villa Clara fundada en 1976. La empresa cuenta con varias unidades empresariales vinculadas directamente con la embotelladora central, en el **anexo 1** se muestra el organigrama de la empresa con el objetivo de comprender la relación que existe entre ellas.

La función principal de la embotelladora central es la producción de refrescos concentrados y carbonatados, cuenta con una estructura organizativa (se muestra en el **anexo 2**) claramente definida por niveles, donde a la máxima dirección se le subordina directamente el jefe de producción, contando con grupos que apoyan la gestión como el financiero y el de gestión de la calidad, entre otros.

La UEB objeto de estudio tiene como **Misión**, producir refrescos, en moneda nacional y en divisa, para el mercado nacional e internacional, con un capital humano de experiencia, ético-profesional, especializado y comprometido con los valores de la organización, contribuyendo a su eficacia y competitividad.

Por su parte la **Visión** es, ser líder en la producción de refrescos embotellados, con parámetros que la hacen acreedora del título de Productos Ecológicos, consolidándose en el mercado nacional e internacional, con un capital humano altamente motivado y comprometido, considerando a sus clientes como el recurso más importante.



Sus principales producciones son:

- Refrescos carbonatados
- Refrescos concentrados a granel
- Pomos PET

Las materias primas fundamentales para la elaboración de los refrescos carbonatados y concentrados, son el agua, azúcar, dióxido de carbono, ácidos, preservantes y esencias con los cuales se puede obtener refrescos de piña, cola, naranja y limón. En un futuro se pretende incorporar la producción de agua carbonatada para aumentar la cartera de productos debido a la alta demanda que presenta en el mercado, además, la producción de pomos PET de 330 ml es posible debido a la adquisición de una sopladora de nueva inversión asegurando la disponibilidad de pomos para sus producciones y la comercialización de los mismos a otras instituciones.

La Embotelladora Central no comercializa directamente sus productos, de esta función se encarga la UEB Comercializadora (cliente directo) así como de la relación con los clientes, por otra parte, los suministros de materias primas y materiales son entregados por la UEB Aseguramiento (proveedor directo) teniendo el control de los proveedores nacionales y de importaciones, todos estos despachos ya sea de insumos como de producción terminada, son asumidos por la UEB de Transporte, debido a que la embotelladora central no cuenta con un parque de carros propios. Dentro de sus clientes finales más importantes se encuentran para el refresco concentrado:

1. Empresa Comercio y Gastronomía de Villa Clara.
2. Organismos de Educación, Salud, entre otros.

Y para el refresco carbonatado:

3. Cadena Oferta (mercados paralelos).
4. Organismos como el MININT y el MINFAR.
5. Mercado interno en divisa.

En cuanto a sus proveedores fundamentales figuran: TECNOAZUCAR encargado de suministrar el azúcar; la Empresa de Acueducto y Alcantarillado; la Empresa de Concentrados, para el suministro de esencias, la Empresa Aseguradora de Bebidas y Cervezas la cual se encarga de proveer de todas las materias primas importadas,



tapas, emulsiones, ácidos y otros químicos y la Empresa Militar Industrial (EMI) Ernesto “Che” Guevara suministradora de las preformas y las bolsas para empacar el pomo soplado y el nylon retráctil. Todos estos proveedores son únicos para la UEB aunque su proveedor principal es la UEB Aseguramiento, explicado anteriormente.

La UEB tiene como competidor importante y reconocido nacionalmente para el refresco carbonatado “Amaro” a la marca “Ciego Montero” con el refresco enlatado distribuido en la cadena nacional, el cual presenta una fuerte demanda y gran prestigio.

A continuación se muestran el total de áreas de trabajo que contiene la fábrica de refrescos:

1. Área socio-administrativa
2. Área cocina-comedor
3. Áreas exteriores
4. Área de almacenes
 - Almacén de materias primas y materiales
 - Almacén de insumos del comedor
 - Almacén de productos terminados
5. Área de mantenimiento
 - Taller mecánico
 - Taller eléctrico
6. Área de calderas y suavizantes
7. Área de despacho a granel
8. Área de producción
 - Salón de embotellado
 - Fabricación de jarabe
 - Soplado
9. Laboratorio fisio-químico y sensorial
10. Área de tratamiento de agua

2.3. Procedimiento para la evaluación de la esbeltez en la Embotelladora Central “Osvaldo Socarras” y su aplicación

En este epígrafe se desarrolla un procedimiento para la evaluación del nivel de esbeltez en la UEB. El modelo propone realizar cinco pasos, (ver **figura 2.1**)

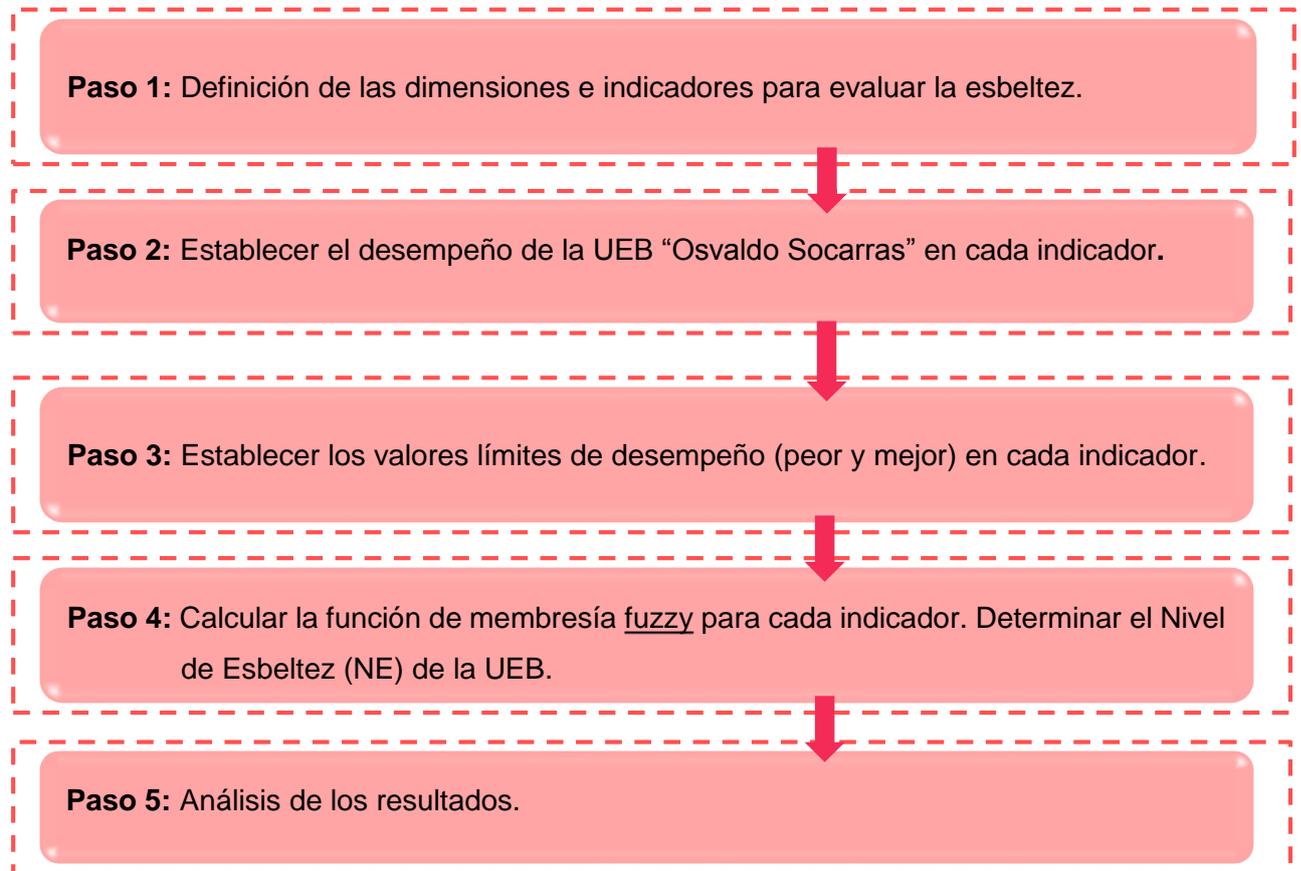


Figura 2.1: Procedimiento para la evaluación de la esbeltez. Fuente: Adaptado de **(Quintanilla Méndez, 2016)**

A continuación se muestra el desarrollo de cada uno de los pasos del procedimiento.

Paso 1: Identificar las dimensiones e indicadores a medir para evaluar la esbeltez.

Este paso se desarrolló a través de una encuesta presentada a diferentes expertos. Previamente se estudiaron cada uno de los indicadores propuestos por **(Pakdil and Moustafa, 2014)**, identificando aquellos que podrían ajustarse a las características de la organización y la producción de refresco carbonatado, escogido como el producto objetivo para desarrollar la investigación. Para la definición de los indicadores a medir se siguieron desde el punto de vista metodológico los pasos que se muestran en la **figura 2.2**.

Los expertos seleccionados para aplicar las encuestas, procedentes de la UEB y de la empresa de “Bebidas y Refrescos”, fueron escogidos teniendo en cuenta que eran los trabajadores con más dominio, experiencia y conocimiento para juzgar. La lista de expertos se muestra en la **tabla 2.1**.



Figura 2.2: Metodología para la identificación de indicadores. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.1: Listado de expertos seleccionados

Nombres y Apellidos	Cargo
Amado Gálvez Paz	Director Adjunto
Rosa Esther Céspedes Pedraza	Director(a) de Operaciones
Juan González González	Director Económico
Miguel Ángel Ortiz Santos	Director de la Embotelladora Central
Nemesio Rojas Gonzales	Especialista Principal del Grupo Productivo
Antonio Arrechea Villacampa	Analista de producción
José Gómez López	Jefe de producción de la Embotelladora Central

Una vez identificado a los expertos, con ayuda de los mismos y hacer un análisis de la literatura se contextualizaron algunos elementos de la filosofía *lean* en el proceso de elaboración de refresco carbonatado.



Descripción del proceso de producción de refresco carbonatado.

Los refrescos carbonatados son bebidas refrescantes preparadas básicamente con agua tratada, azúcar refino, gas carbónico, agentes aromáticos y ácidos, con la adición de colorantes y agente conservador de uso alimenticio. Estos se producen cumpliendo con las normas de calidad e inocuidad de los alimentos.

En el **Anexo 3** se muestra el diagrama OTIDA de producción del refresco carbonatado, el cual se explica a continuación:

Este proceso comienza con el tratamiento de agua. La misma llega a la fábrica y se almacena en una cisterna de agua potable de capacidad 120 000 galones y se bombea mediante una bomba sanitaria a toda la fábrica y hacia la Planta de Tratamiento. El objetivo del tratamiento de agua es eliminar las impurezas que pueda presentar, para ello se utiliza un tratamiento por ósmosis inversa mediante filtros (arena, carbón) y membranas. De estas operaciones sale el agua tratada que es posteriormente almacenada en un tanque.

Con el agua lista para el proceso se pasa la atención a la preparación de jarabe simple, la misma puede realizarse en frío o pasteurizado según la durabilidad que se necesita dar al producto, para el refresco carbonatado es de obligatoria importancia pasteurizar.

De acuerdo a la cantidad de sirope que se desea fabricar se obtiene la cantidad de azúcar refino a usar en correspondencia con el sabor en cuestión, de acuerdo a la formulación, seguidamente se marca en la vara la cantidad de agua que se necesita, se introduce la misma en el tanque y se abre la llave de agua tratada, cuando el agua haya alcanzado la marca se cierra la llave, y se comienza a añadir el azúcar previamente pesada. Una vez que se logre la completa homogenización se detiene la agitación quedando de esta forma elaborado el jarabe simple para luego filtrar y pasar a la pasteurización (intercambiador de calor) del mismo para eliminar agentes microbiológicos. En este punto se realiza una inspección, en la cual el analista de laboratorio comprueba el brix del jarabe simple el cual se compara con el brix deseado para esa formulación y se ajusta su valor. Se espera un mínimo de tiempo de 24 horas después de la pasteurización.

A continuación se prepara el jarabe concentrado para lo que se añaden el resto de las materias primas que han sido calculados y pesados previamente sobre la base de la



cantidad de jarabe simple ya preparada: Ácidos de uso alimenticio, esencias, colorantes, Benzoato de Sodio y otras como emulsiones y jugos concentrados según las fórmulas, se van adicionando poco a poco manualmente y manteniendo la agitación. Antes de finalizar el analista revisa de nuevo el brix y ajusta de ser necesario, también revisa el color y el aspecto del refresco concentrado.

Una vez terminado el sirope se deja reposar un tiempo mínimo de dos horas y posteriormente se filtra. El filtrado tiene como objetivo eliminar las partículas que puedan tener los siropes a fin de que el refresco concentrado terminado cumpla los parámetros de aspectos requeridos, este filtro está construido de maya fina de acero inoxidable tiene 100 litros de capacidad y trabaja por gravedad. El refresco concentrado se pasa al UNIMIX para realizar su premezclado, cuyo objetivo es combinar en la proporción adecuada el refresco concentrado con el agua tratada, pasando este refresco a un proceso de enfriamiento y carbonatación, donde estaría el refresco listo para su envasado en pomos PET.

El envase del refresco carbonatado es el Pomo PET (Polietileno-tereftalato) de 330 ml, los mismos son soplados en el área de soplado de envases de la fábrica, se embalan en bolsas de nylon blancas y son almacenados sobre pallet de plástico cumpliendo las normas de almacenamiento vigentes. Del almacén son llevados al área de producción en carretillas y situados manualmente en la estera conductora, de igual forma, las tapas son sacadas del almacén y transportadas al área de producción de forma manual en cajas de cartón tapadas, las mismas deben estar limpias, resguardadas del polvo y del medio exterior. Se depositan manualmente en un conducto que alimenta al MONOBLOCK ya que este equipo es el encargado del enjuague, llenado y tapado de los envases previamente colocados en la estera.

Los pomos ya tapados siguen por la estera hasta el fechador que mediante sensores imprime en la tapa la fecha de producción y vencimiento junto con el número de lote. Luego llegan a la etiquetadora ya alimentada anteriormente con etiquetas transportadas desde el almacén al área de producción. El objetivo del etiquetado consiste en la colocación de la etiqueta a los envases a fin de que se especifiquen las principales características del producto. Esta operación la realiza una Etiquetadora marca KOSME. Modelo Mini 3S, que está diseñada para una producción de 5000 pomos / hora.



Primeramente se comprueba la presencia de aceite en el lubricador de aire comprimido, seguidamente se coloca el pistón de suministro de pegamento en posición de trabajo, regulando la cantidad deseada de pegamento suministrada por la bomba. Se colocan las etiquetas en la porta-etiquetas y se acciona el interruptor principal energizando el cuadro de mando central y finalmente se dejan pasar los pomos que serán etiquetados. Posteriormente los pomos de refresco carbonatado ya fechados y etiquetados pasan a ser retractilados mediante la misma estera conductora.

El retractilado tiene como objetivo el embalaje de los refrescos en la película retráctil. Se realiza con una Empacadora marca ZEGLA RZ-500. Los pomos de refresco después de haber sido etiquetados llegan a la empacadora donde un operario selecciona 12 unidades, los mismos son introducidos en el interior del equipo y envueltos en la película retráctil. Al pasar por el túnel de retractilado la película retráctil se calienta con el calor existente en el interior del túnel, pasando luego al enfriamiento para quedar conformado el paquete. Los paquetes deben quedar con una rigidez que impida el libre movimiento de los refrescos en su interior y que facilite su manipulación.

Por último, los paquetes de refrescos se depositan en el almacén de productos terminados, siendo un local cerrado con malla para su protección física, y el cual debe estar limpio, seco y ventilado. Durante todo el proceso de embotellado existen operarios para controlar el proceso y retirar de la producción aquellos pomos de refresco que no cumplen los requerimientos de calidad o reprocessar las operaciones que presentes errores o fallos, como el etiquetado y el retractilado.

Contextualización de las características lean en el proceso.

A lo largo de todo este proceso y debido a las condiciones actuales, se evidencian elementos característicos a mejorar para lograr una producción esbelta. La producción de refresco está caracterizada nacionalmente como un mercado de alta demanda, a su vez en la mayoría de los casos, no se logra cumplir con esta demanda y a nivel general, la región completa queda insatisfecha, cuestión de importancia estratégica para la Empresa de “Bebidas y Refrescos” y particularmente la Embotelladora Central.

La **creación de valor** en este caso viene dada siempre por la entrega de productos con la calidad y cantidad requerida para la satisfacción del cliente, logrando un **flujo** de producción continuo y flexible que se adecue a variaciones posibles en la



producción sin interrupciones o esperas. Uno de los principios de la manufactura esbelta es producir mediante un sistema **pull**, es decir basarse en la demanda de los cliente y no en pronósticos, pero para la embotelladora esta filosofía es difícil de cumplir debido a que depende de la disponibilidad de materias primas y la eficiencia del equipamiento, por esto su producción es lanzada según planes mensuales, haciendo un pronóstico de la demanda, de los insumos disponibles y el presupuesto que posean. Otro elemento importante es la **mejora** continua de todos sus procesos desde los de dirección hasta de los de apoyo ayudando a identificar aquellos que se puedan eliminar al no incluir valor al producto para lograr sistemáticamente llegar a alcanzar la **perfección**.

Basados en el hecho de tratar de trabajar bajo la filosofía *lean*, surge la necesidad de identificar aquellas actividades que no agreguen valor al producto, consideradas como desperdicios necesarios de minimizar y eliminar para lograr la esbeltez. Luego de una investigación auxiliada por trabajadores de la UEB y la realización de consultas a los expertos seleccionados, se pudo constatar la presencia de esperas en el proceso que limitan la eficiencia de la fábrica.

Las **esperas o demoras** en procesos productivos son tóxicas a la hora de elevar los estándares de las organizaciones. Estas son comunes en actividades que requieran un control primeramente o que necesitan de un tiempo de reposo, como es el caso de la preparación del refresco concentrado, además de surgir por problemas organizativos llevando a una pérdida de tiempo importante de forma general repercutiendo finalmente en el incumplimiento de planes de producción.

Detalladamente, en este caso, se encontraron demoras principalmente al inicio de la jornada de trabajo. Primero: no existe un pre despacho que asegure una salida rápida de las materias primas y materiales del almacén, utilizadas en la producción diaria, por lo que antes de comenzar se lleva a cabo un registro contable en donde se pierde tiempo innecesariamente, segundo: las esperas ligadas a los recursos humanos son sumamente perjudiciales debido a que se necesita de todo el personal para enfrentar estas producciones ya que si el trabajo es asumido por otro empleado de esta área, sencillamente puede sobreexplotarse y aumentar el riesgo de pasar productos con errores, y tercero: existen demoras en ocasiones por baja disponibilidad de materias primas como el agua y los pomos PET.



Luego de revisar el proceso de producción de refresco carbonatado y de conocer las características y particularidades de la UEB se entrevistaron a los expertos para conformar un listado preliminar de dimensiones e indicadores.

Las dimensiones cuantitativas propuestas son: Tiempos efectivos, Calidad, Procesos, Costos, Inventario, Entregas, Clientes y Recursos humanos ya que fueron identificadas como importantes componentes del desempeño esbelto y con posibilidad de evaluar en la Embotelladora Central. Las dimensiones cualitativas son: Calidad, Clientes, Procesos, Recursos Humanos y Entregas.

Para evaluar el nivel de esbeltez son propuestos un total de 48 indicadores cuantitativos. De ellos 6 pertenecen a la dimensión Tiempos Efectivos, 7 a Calidad, 4 a Procesos, 8 a Costos, 7 a Recursos Humanos, 4 a Entregas, 4 a Clientes y 8 a Inventarios. Para la evaluación cualitativa, se tuvieron en cuenta 30 indicadores. Este listado preliminar de dimensiones e indicadores son incluidas en una encuesta que puede observarse en el **Anexo 4**.

Los indicadores cuantitativos propuestos dentro de la dimensión Tiempos Efectivos están relacionados con los tiempos más importantes de la organización. Los tiempos de producción y los tiempos de espera son una medida clave que describe la salud de una organización esbelta. Los tiempos medios en realizar una producción no son más que plazos de ejecución o la cantidad de tiempo que transcurre entre el inicio y final de un conjunto de operaciones, los tiempos de esperas no son más que los tiempos destinados a la preparación o los perdidos por rotura de los equipos. La reducción de los tiempos aumenta la eficiencia y la satisfacción de los clientes.

Los Recursos Humanos son una parte principal de la organización, la correcta gestión de los mismos asegura el logro de los objetivos y las metas establecidas. Las operaciones *lean* solo pueden ser realizadas por trabajadores competentes. El desarrollo del capital humano es la clave para lograr prácticas de trabajo de alto rendimiento que son necesarias para la aplicación de la filosofía *lean*. La dimensión incluye la productividad de los empleados, las tasas de ausentismos y de fluctuación laboral, y desarrollo y uso de conocimientos y habilidades mediante el trabajo en equipo.

En la dimensión Entregas se tienen en cuenta indicadores vinculados a las distancias de transportación de materias primas y de las producciones debido a que la excesiva



manipulación incrementa costos y pérdidas de tiempo y productividad del trabajo, aumentando el riesgo de pérdidas materiales por rotura, por lo que una adecuada gestión de la disposición espacial interna de las instituciones deviene en una eficiente gestión *lean*, los tiempos de entrega describen la cantidad de tiempo que transcurre desde el inicio de la producción hasta la entrega al cliente de sus productos, Además los tiempos de respuesta a los clientes son medidas claves de esbeltez.

Los Clientes son la razón de ser de cualquier organización de producción alimentaria, de ellos depende la posición que ocupen en el mercado y las utilidades financieras por lo que indicadores como satisfacción del cliente, quejas o devoluciones de productos por mala calidad destacan entre los más importante para la evaluación de la esbeltez en una institución.

La dimensión Procesos busca evaluar la explotación de las capacidades de la UEB. Las técnicas de producción *lean* han mejorado considerablemente la eficiencia y flexibilidad utilizando en la gestión de procesos *lean* el mantenimiento total productivo y como indicador de su actuación encontramos la eficiencia global del equipamiento (OEE), la cual aclara qué parte de la capacidad de producción se ha degenerado debido a las pérdidas y dónde se encuentran éstas. Además otra medida de productividad se encuentra en la disminución del espacio de trabajo consiguiendo una alta eficiencia en áreas más pequeñas.

La filosofía *lean* proporciona a las organizaciones la reducción de los costos, la mejora continua de la calidad y mejorar la satisfacción del cliente. Por lo tanto, la reducción de costos, da una importante ventaja competitiva a la fábrica, siendo una dimensión en la evaluación esbelta. Las organizaciones deben medir sistemáticamente el costo de la mala calidad para evaluar su rentabilidad y eficiencia. Debido a su importancia en las evaluaciones financieras, el costo de inventario, los costos de prevención, el costo medio por producto, la relación del costo y de las ventas netas, deben ser medidos en la evaluación de la aplicación esbelta. La relación del costo total de las ventas netas muestra cómo gran parte de las ventas netas se dedican a los costos totales.

La dimensión Calidad se basa en la elaboración de productos con características acordes a los requerimientos y en la satisfacción de los clientes. Para esto se mide tanto el número de productos defectuosos como la cantidad de errores que surgen



una vez terminada la producción, además de los costos y gastos asociados. El porcentaje de personas dedicadas a las actividades de control de calidad es de vital importancia pues se busca maximizar el uso adecuado de personas por lo que se necesitan menos empleados para el control de calidad.

Por último para la dimensión Inventarios se tienen en cuenta tanto los proveedores como las relaciones entre las materias primas, producción terminada y producción en proceso con el inventario total, ya que la producción esbelta depende de una nivelación de activos en el inventario, un exceso de inventario repercute en costos y pérdidas por caducidad si existe una baja rotación del mismo. Para las instituciones productivas los inventarios representan una forma común de desperdicio, mantener productos en inventario no es una forma de crear valor ni para el cliente ni para las organizaciones, sino todo lo contrario.

Después de someter la encuesta con el listado preliminar de dimensiones e indicadores al juicio de los expertos estos propusieron una serie de modificaciones:

En las dimensiones Tiempos Efectivos, Recursos Humanos, Inventarios, Procesos y Cliente, se mantuvieron todos los indicadores tal y como estaban presentados por su importancia para la organización. En la dimensión entregas se decidió eliminar los indicadores relacionados con la cantidad y distancia de transportación ya que la transportación externa no la desarrolla la Embotelladora Central sino la UEB de Transporte por lo que no se estaría midiendo su funcionamiento y la interna es mínima y no presenta distancias significativas para tratar, además se modificaron los indicadores: Total de órdenes entregadas tardes por año \ total de entregas por año por total de entregas incompletas al año \ total de entregas al año, debido a que como los planes de producción son mensuales si se atrasa una orden es casi imposible reponerla al siguiente mes y cumplir con el plan de este al mismo tiempo. En la dimensión Costo se elimina el indicador: Costo total de garantía \ ventas totales, debido a que es un costo no asociado a la gestión productiva de la Embotelladora Central. A sí mismo en la dimensión Calidad sugirieron eliminar el indicador: cantidad de mecanismos poka-yoke \ total de defectos y re-trabajos ya que estos son mecanismos para evitar errores y sería imposible medirlos porque no se cuenta con ellos.

Los indicadores cuantitativos finales a medir para la evaluación de la esbeltez en la



Embotelladora Central pueden observarse en la **tabla 2.2** referida al desempeño de cada indicador en la UEB.

De igual forma los expertos para los indicadores cualitativos sugirieron que en la dimensión Procesos no se tuviera en cuenta el indicador que mide la existencia de agrupación de equipos para producir en flujo continuo debido a que la disposición de la línea de producción de refresco no admite una producción celular y en la dimensión Entregas se decidió eliminar el indicador de calidad como criterio fundamental en la selección de los proveedores porque son proveedores únicos.

Los indicadores cualitativos finales a medir para la evaluación de la esbeltez en la Embotelladora Central pueden observarse en el **Anexo 5**, a la hora de medirlos se conformaron de acuerdo a una entrevista realizada a trabajadores calificados y con conocimiento para responder a la misma, sin ser necesariamente los mismos expertos identificados anteriormente.

Paso 2: Establecer el desempeño de la UEB “Osvaldo Socarras” en cada indicador.

Para establecer los valores de desempeño de la fábrica en cada indicador se deben realizar en el caso de los tiempos y de procesos, observaciones y muestreos que permitan a través de análisis estadísticos comprobar los valores reales de cada indicador, si la organización no cuenta con un registro de estos datos. Además para los indicadores de costos, recursos humanos, calidad, clientes, inventarios y entregas se deben revisar las bases de datos, estados financieros y otros documentos de la organización en busca de valores que permitan evaluar el rendimiento de estos, además de realizar un análisis de satisfacción a la UEB “Comercializadora” como cliente interno. Por tanto se propuso seguir el siguiente proceder metodológico, **figura 2.3**, para guiar la búsqueda y toma de datos en las mediciones de los indicadores:

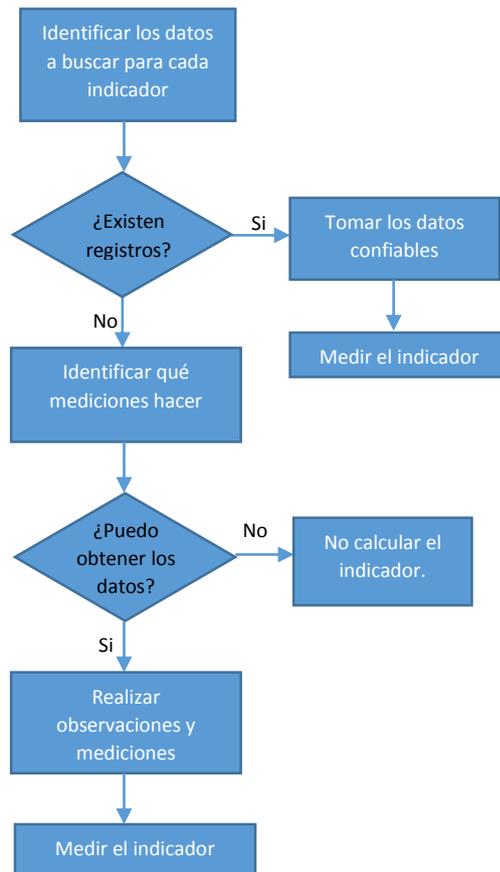


Figura 2.3: Procedimiento para la medición de indicadores. Fuente: Elaboración propia.

Dimensión “Tiempos Efectivos”

1. Tiempo de ciclo (TC).

$$TC = TT + Tep + Tec + To$$

Donde:

TT= Tiempos tecnológicos

Tep= tiempo de espera para el jarabe simple

Tec= tiempo de espera para concentrado

To= otros tiempos

- El tiempo de ciclo de un proceso productivo no es más que el tiempo necesario para completar un producto terminado o en otras palabras, la cantidad total de tiempo que se requiere para completar el proceso. En este caso se tomaron dos tiempos de ciclo debido a la particularidad de la producción en la fábrica, tiempo de ciclo de preparación de concentrado y tiempo de ciclo para



embotellado. La razón de encontrarlos, deviene en la importancia de saber bajo qué condiciones se está trabajando y si se pueden llegar a reducir los mismo, ya que siempre que se pueda se trata de minimizar los tiempos de ciclo para aumentar la capacidad productiva.

2. Takt time (Tkt)

$$Tkt = Ft/D$$

$$Ft = (JL - \text{Tiempos normados}) \times \text{días de trabajo al mes}$$

Donde:

Ft= fondo de tiempo disponible (h)

JL= jornada laboral (8h)

D= demanda de los clientes (plan de producción mensual)

Tiempos normados (tiempos de descansos y necesidades personales, reuniones, etc)

- Con este indicador se entiende al ritmo que necesitamos producir nuestro producto para poder satisfacer la demanda del cliente por lo que también se puede ver como una cadencia de producción. El *takt time* ayuda a alcanzar un flujo continuo y consistente en la producción, ya que elimina el desperdicio de sobreproducción al producir la demanda real del cliente en el tiempo disponible de trabajo.

3. Tiempo total de inactividad/ tiempo total de trabajo de los equipos

Donde:

Tiempo total de inactividad= tiempo en que los equipos no están trabajando por roturas.

Tiempo total de trabajo de los equipos= JL – tiempos normados

- Este indicador expresa que parte del tiempo de trabajo planificado de los equipos, estos estuvieron inactivos por problemas de rotura o lo que es lo mismo que porcentaje del tiempo total de trabajo se perdió por imprevistos mecánicos. Cuando existen grandes pérdidas de tiempos por estos factores la disponibilidad del equipamiento se verá afectada.



4. Tiempo medio de preparación de la producción (Tp)

$$Tp = Ta + Tt$$

Donde:

Ta= tiempo de ajuste de los equipos

Tt= tiempo de transportación

- Los tiempos de preparación en una producción son tiempos que si no son controlados pueden llegar a convertirse en grandes pérdidas de tiempo por lo que es necesario tenerlos bajo revisión ya que la mayoría de las veces son imprescindibles. En este caso los tiempos de preparación están vinculados al tiempo de ajuste de un equipo al inicio de la jornada (UNIMIX) y a los tiempos de transportación de las materias primas hacia el salón de embotellado. Este tiempo de preparación de la producción puede variar todos los días, influenciado por los solapamientos que puedan existir en parte del tiempo de transportación y los ajustes al equipo, sin embargo para fines de este trabajo no se trabajaron los solapamientos en estos tiempos.

5. Tiempo de preparación / tiempo total de producción

Donde:

Tiempo total de producción o tiempo productivo= tiempo realmente trabajado= JL-
tiempos normados - paradas no planificadas.

- No es más que la parte destinada a la preparación de la producción del tiempo productivo, en este caso lo ideal sería que este tiempo sea el mínimo posible para evitar pérdidas por este concepto.

6. Tiempo invertido en reparaciones de emergencia / tiempo total de mantenimiento.

- Expresa la razón de la cantidad de tiempo dedicada a imprevistos de emergencia y el total de tiempo destinado al mantenimiento, significando que cuanto más cerca se encuentre este indicador de 1, menor es el grado de efectividad del equipamiento tras los mantenimientos, en este caso el tiempo en reparaciones de emergencia es el mismo que el tiempo de inactividad por roturas.



Dimensión “Recursos Humanos”

1. Fluctuación de la fuerza de trabajo (Fft)

$$Fft = S/(P + A)$$

Donde:

S= salidas

P= promedio de trabajadores

A= altas

- La fluctuación de la fuerza de trabajo, está relacionada al movimiento de entradas y salidas de los trabajadores en las instituciones, es un fenómeno socioeconómico complejo, de análisis y control, cuyo estudio resulta de gran importancia para las empresas. Mientras mayor sea la fluctuación de la fuerza de trabajo, mayor serán los gastos y entrenamientos para la capacitación de los nuevos trabajadores, trayendo consigo la disminución de la productividad en una organización.

2. Tasa de ausentismo (Tau)

$$Tau = \frac{Hau}{Hh}$$

Donde:

Hau= horas de ausencias

Hh= horas hombres realmente trabajadas

- Algunos tipos de comportamiento como, por ejemplo: el ausentismo y negativas a colaborar, entre otros, causan efectos dañinos en la buena marcha del trabajo de la organización y pueden tener igualmente su base en la motivación hacia el trabajo. En este caso el ausentismo repercute directamente con el proceso productivo porque aunque los trabajadores son multifuncionales, no deben estar sujetos a más de un trabajo en la misma jornada de trabajo.

3. Total de directivos / total de trabajadores

- Este indicador muestra la proporción de directivos en una organización, sujeto a la necesidad de tener solo la cantidad adecuada para satisfacer correctamente la gestión directiva.



4. Total de empleados trabajando en equipo / total de empleados

- Este indicador proporciona el conocimiento sobre el comportamiento de los equipos de trabajos, cuanto más se aproxime el indicador a uno, mejor será el trabajo realizado ya que se pretende que siempre que sea posible los empleados trabajen como equipo para que exista un ambiente laboral sano y de plena interacción.

5. Número de niveles organizacionales

- Con este indicador se pretende medir que tan plana es la estructura organizativa, debido a que para que exista una mayor integración, fluya mejor la información y se ejercite una adecuada gestión administrativa es necesario lograr una estructura horizontal donde se encuentren a un mismo nivel varias funciones.

6. Total de empleados indirectos / total de empleados

- La mano de obra indirecta es el trabajo empleado por el personal de producción que no participa directamente en la transformación de la materia prima, como el gerente de producción, supervisor, etc. La proporción de mano de obra indirecta es una cifra controlada dentro de la organización.

7. Ventas por trabajador (Pt)

$$Pt = V/E$$

Donde:

Pt= productividad general

V= Valor agregado (\$)

E= total de empleados

- Expresa la productividad vista a nivel monetario. Las medidas de productividad son una serie de entradas calculadas contra una serie de salidas. El uso de medidas de productividad ayuda a determinar la forma de maximizar el uso de los recursos de la organización. La utilización de estos recursos en la mayor medida posible y racional puede ayudarte a lograr mayores ventas e ingresos. Por tanto, calcular la productividad de los empleados te ayuda a conocer cuánto están generando los mismos con su trabajo. Para este caso la productividad no se calculó en base a las ventas netas sino al valor agregado, según la nueva disposición para el sistema empresarial.



Dimensión “Entregas”

1. Tiempo de entrega (TE)

- El *Lead Time* o tiempo de entrega, es el tiempo que tarda una unidad en atravesar todo el proceso de producción: desde la recepción del pedido hasta la entrega al cliente del producto. Este indicador prevé de una medida de reacción ante las demandas de trabajo que surjan, minimizando lo más posible este tiempo se logra aumentar la disponibilidad y el rendimiento, dando la posibilidad de enfrentar nuevas producciones.

2. Total de entregas incompletas al año \ total de entregas al año

- Es la proporción de planes cumplidos a lo largo de un año de trabajo, representa una medida de eficacia para la organización, siendo el valor óptimo cumplir con todos los planes asignados.

Dimensión “Clientes”

1. Índice de satisfacción del cliente (Isa)

$$Isa = \text{clientes satisfechos} / \text{clientes encuestados}$$

- Este índice es uno de los indicadores más importantes a medir en una organización, ya que expresa una medida de competitividad y desempeño. Para este caso el indicador fue evaluado cualitativamente para la UEB “Comercializadora” como cliente interno de la fábrica, por cuestiones de tiempo y dificultad debido a la gran cantidad de clientes externos que presenta la “Embotelladora Central”. Para este estudio cualitativo se tuvieron en cuenta una serie de indicadores de comportamiento típico del servicio al cliente.

2. Cantidad de quejas de los clientes

- El número de quejas recibidas demuestra la insatisfacción en la calidad de las producciones de refrescos, una elevada cantidad de quejas influye negativamente en la imagen y en la economía de la organización.

3. Total de devoluciones / ventas totales

- Este indicador está asociado igualmente que el anterior, con la insatisfacción por pérdida de calidad en las producciones, solo que esta vez representa la pérdida monetaria causada sobre las ventas netas.

4. Segmento del mercado por producto (refresco carbonatado)

- Definir el mercado meta al que se enfoca el producto debe ser un paso



importante que cualquier empresa debe seguir para poder hacer un estudio de mercado de la empresa. La definición de mercado meta nos dice que es el segmento de la población al que se enfoca un producto o el segmento que ya está ganado y se necesita mantener la posición para no perderlo. Para este estudio el análisis del mercado se realizó en base al refresco carbonatado “Amaro” con relación a otros tipos de refrescos de la competencia, principalmente a “Ciego Montero”.

Dimensión “Procesos”

1. Efectividad Global del Equipamiento (OEE)

$$OEE = D \times R \times C$$

$$D = Tpd/Ft$$

$$Tpd = Ft - \text{paradas no planificadas}$$

$$R = Pr/Tpd \times Cn$$

$$C = Pb/Pr$$

Donde:

D= disponibilidad

R= rendimiento

C= calidad

Tpd= tiempo productivo (h)

Pr= producción real (und)

Cn= capacidad nominal (und/h)

Pb= producción buena o no defectuosa (unidades)

- Es un dato porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de una máquina industrial. El OEE es una herramienta muy potente que localiza las pérdidas. Por ello, el proceso de mejora empieza con la medición del OEE. Para este indicador se tienen varios niveles de evaluación, si el OEE < 65% se considera –Inaceptable-; si 65% < OEE < 75% es –Regular-; si 75% < OEE < 85% es –Aceptable-; si 85% < OEE < 95% es –Buena- y si el OEE > 95% entonces se considera –Excelencia-.

2. Utilización de la capacidad (UC)

$$UC = Cr/Cn$$



Donde:

Cr= capacidad real o producción real en el período (und/h)

- Es el cociente entre la producción real (capacidad real) y la capacidad de diseño entendida para este caso como la capacidad nominal. Con esto sabemos qué tanto estamos aprovechando la capacidad de diseño de la fábrica. Cuando es calculada, ambas medidas deben contemplar el mismo tiempo y las mismas unidades.

3. Productividad espacial (Pe)

$$Pe = V/At$$

$$At = As + Ae + Aj$$

Donde:

At= área de trabajo (m²)

As= área de soplado

Ae= área de embotellado

Aj= área de fabricación de jarabe.

- La productividad espacial es entendida como la cantidad de ventas o en este caso valor añadido generado en un m² de área productiva. Lo situación óptima para este indicador es que se aproveche el área para producir mayores ingresos y no existan áreas subutilizadas.

4. Utilización del área de mantenimiento (UA)

$$UA = Amtto/A$$

Donde:

Amtto= área de mantenimiento (m²)

A= área total

- El aprovechamiento de las áreas es un factor significativo en la productividad de una empresa, por lo que tener bien delimitada que parte del área total representa el área destinada al mantenimiento es un indicador importante de medición.



Dimensión “Costos”

1. Costo de inventario / ventas totales

- Indica el gasto por peso de venta utilizado en costos por mantener el inventario, la tendencia aceptada para este indicador es que disminuya lo más posible. Para el caso de esta investigación no se lleva una contabilidad de los costos por inventario

2. Costos por mala calidad / costos totales

- Este indicador es uno de los más dañinos para una empresa, ya que incurrir en producciones defectuosas implica realizar un esfuerzo superior para recuperar la pérdida de recursos materiales y financieros.

3. Costos / ventas

- Este indicador refleja la cantidad de peso de costo de producción por peso de venta que se genera, por lo que tener un alto índice para este indicador equivale a tener menor ganancia en el periodo analizado.

4. Costo medio por producto

- El costo medio por producto es un indicador económico que mide la cantidad de recursos financieros que se deben gastar para obtener un producto con requisitos de calidad coherentes, se trata que estos costos sean los más bajos posibles para lograr con la venta del producto la mayor ganancia posible.

5. Costos de prevención / ventas

- Los costos de prevención no son más que los costos vinculados a medidas y sistemas implantados vinculados a la eliminación de errores durante el proceso, se tienen en cuenta en empresas que tengan implementado el sistema de gestión de la calidad, por lo que este indicador mide la cantidad de pesos de costos destinados a la prevención que se utiliza por cada peso de venta.

6. Costos de prevención / costos totales

- Este indicador es similar al anterior, solo que esta vez expresa la proporción que representa los costos por concepto de prevención del total de costos, al igual que el anterior, mientras más altos sean estos, mejor control sobre la calidad se está teniendo y en menor posibilidad de errores se incurriría.

7. Ganancia después de intereses e impuestos / ventas

- Este indicador representa la rentabilidad, expresando cuánto gana la empresa por cada peso vendido, se conoce también como margen de utilidad, mientras



más alta mejor, ya que implica una buena gestión de costos y ventas.

Dimensión “Calidad”

1. Proporción de defectuosos (Df)

$$Df = \text{Cantidad de productos defectuosos} / \text{producción total}$$

- La proporción de defectuosos es un indicador que te muestra que parte de tu producción total salga potencialmente con defectos, por lo que tener conocimiento sobre el mismo te ayuda a prevenir y tener en cuenta las pérdidas asociadas. Una aproximación cercana a 1 indica grandes pérdidas y deficiencia del equipamiento.

2. Costos por productos defectuosos / ventas

- El costo de productos defectuosos es tratado igual que el costo por mala calidad visto anteriormente, en este caso varía en que el indicador mide las pérdidas por este concepto sobre las ventas netas.

3. Cantidad de re-procesos

- Este indicador mide que tan seguro es tu equipamiento enfrentando la producción sin fallos, por tanto a una mayor cantidad de re-procesos mayor será el trabajo a enfrentar. En este caso como re-procesos se entienden las etiquetas no utilizadas en pomos ya procesados y el nylon retráctil retirado de los paquetes de pomos de refresco.

4. Gastos en re-procesos (Gr)

$$Gr = Ge + Gn$$

$$Ge = \text{cantidad de etiquetas retiradas} \times \text{precio unitario}$$

$$Gn = \text{peso del retractil retirado} \times \text{precio por Kg}$$

Donde:

Ge= gastos por etiquetas

Gn= gastos por nylon retráctil

- Estos gastos constituyen gastos asociados a la línea productiva, pero no se consideran significativos en la fábrica, ya que en la cantidad de materia prima disponible se encuentran implícitos estos gastos y son compradas con un aseguramiento para los mismos.



5. Proporción de fallos o defectos al final de la inspección de la producción (Ff)

Ff = producciones terminadas con fallos / total de producciones estudiadas

- Las producciones terminadas con fallos involucran grandes pérdidas y variaciones en los parámetros de calidad del refresco, además advierten descontroles internos del proceso, por lo que obtener una proporcionalidad de cualquier tipo en este indicador supone una situación dañina para la fábrica.

6. Cantidad de empleados dedicados principalmente al control de la calidad \ total de trabajadores

- Los controles de la calidad son esenciales en cualquier proceso, por este motivo dentro de los recursos humanos de una fábrica, se le concede un papel prioritario a los trabajadores dedicados a la calidad debido a su vinculación directa con la satisfacción del cliente, ellos son los encargados de identificar los productos no conformes antes de salir a la venta, este indicador debe mantener una proporción adecuada y estable, para que exista una adecuada nivelación entre los puestos de trabajo y funciones de los mismos. Para este caso particular de estudio se consideraron trabajadores directos a la calidad a los analistas del laboratorio y los trabajadores de la inspección en la estera transportadora.

Dimensión “Inventarios”

1. Total de proveedores \ total de productos en inventario

- Expresa una razón de suministros de materias primas por proveedor, para este caso lo más conveniente es que un mismo proveedor pueda suministrar varios productos, por lo que si el indicador se acercara a 1 significa que estas incurriendo en una mayor cantidad de gastos y se está lidiando con una cantidad elevada de proveedores, sumándose la características de ser proveedores únicos.

2. Rotación del inventario (RI)

$$RI = \frac{\text{consumo material}}{(\text{inventario al inicio de año} + \text{inventario al final del primer trimestre})/2}$$

- La rotación de inventario es un indicador que nos ayuda a comprender el número de veces que el inventario es vendido en un período de tiempo



determinado, por ende una baja rotación en un periodo de tiempo determinado significa que existe inventario inmovilizado y aumenta el riesgo de pérdidas por mermas comerciales. Para este caso la rotación se calculó bajo la nueva disposición emitida para el sistema empresarial cubano.

3. Inventario total / ventas

- Expresa la cantidad de peso de inventario para lograr un peso de venta, mientras menor sea el porcentaje de utilización de inventario mayor será la venta generada con el propio inventario.

4. Inventario de materias primas / inventario total

- Expresa que parte del inventario total, el cual incluye, producción terminada, materiales, lubricantes, producción en proceso, etc., representan las materias primas para los refrescos carbonatados. Esta proporción debe estar acorde con la demanda de producción, pues si existe gran cantidad de insumos, se pueden dar pérdidas por merma si la capacidad productiva no logra satisfacer en un periodo de tiempo determinado el inventario de materias primas.

5. Producción en proceso / ventas

- Expresa la proporción de producción en proceso que se queda por cada peso de venta logrado, para este caso, la fábrica mantiene muy baja la producción en proceso, considerado un valor óptimo para las condiciones que presenta actualmente.

6. Producción en proceso y materias primas en inventario / activos totales

- Para este caso de estudio se considera que mientras con más producción en proceso y materias primas se cuente, más riquezas se generarían y mayor seguridad de producir en un futuro se tendría, debido a que es un proceso continuo. En otras empresas productivas no necesariamente sucede lo mismo y por el contrario se trataría de que este indicador fuese lo más bajo posible.

7. Inventario de productos terminados / inventario total

- Expresa que parte del inventario total, el cual incluye, materias primas y materiales, lubricantes, producción en proceso, etc., representa la producción terminada de refrescos carbonatados. En este caso existe la particularidad que las producciones terminadas son entregadas al otro día sin demoras a la comercializadora, encargada de su distribución posterior a los clientes.



8. Inventario de productos terminados / activos totales

- Indica que porción del activo total corresponde a la producción terminada y no ha sido vendida, su tendencia debe ser a disminuir ya que podrían existir pérdidas por mermas o roturas.

Una vez precisado cada indicador a medir en la evaluación de la esbeltez, a continuación se pretende encontrar el desempeño actual para cada indicador de la Embotelladora Central. Siguiendo la metodología antes planteada se encontraron en registros de procesos, contables y financieros los elementos para el cálculo de algunos de los indicadores de las dimensiones propuestas. Los indicadores que no se pudieron medir en este estudio están relacionados con la imposibilidad de encontrar sus valores, explicado en detalle en el transcurso de este paso.

Dado que la fábrica no tenía conocimiento y no existían registros de los tiempos involucrados en el proceso de elaboración de refrescos carbonatados, fue necesario tomar mediciones y realizar observaciones de los mismos, así como la cantidad de productos defectuosos, la cantidad de re-procesos e interrupciones por roturas de los equipos, aunque se cuenta con el total de tiempo dispuesto de reparación para estas roturas, la producción real del día, etc. Para ello, por razones de tiempo, se realizaron 5 días de observaciones, equivalentes a los días necesarios para embotellar un tanque de preparación de concentrado para refresco carbonatado de 5700 L, para luego aproximar el comportamiento de estas mediciones a un mes de trabajo.

En el caso de la satisfacción del cliente (comercializadora) se realizó un análisis en cuanto a indicadores de comportamiento.

A continuación se muestra en la **tabla 2.2**, el desempeño de la UEB para los indicadores cuantitativos y un análisis para los indicadores cualitativos evaluados en la entrevista realizada.



Tabla 2.2: Desempeño actual

Indicadores	Desempeño actual
Dimensión “Tiempos Efectivos”	-----
Tiempo de ciclo de preparación de concentrado (días/tanque)	7
Tiempo de ciclo para embotellado (min/paquete)	3,95
<i>Takt time</i> (h/paquete)	0,0106
Tiempo total de inactividad/ tiempo total de trabajo de los equipos (%)	0,0867-8,6%
Tiempo medio de preparación de la producción (Tp)(min/día)	18,76
Tiempo de preparación / tiempo total de producción (%)	0,0431-4,3%
Tiempo invertido en reparaciones de emergencia/tiempo total de mantenimiento (%)	0,8734-87,3%
Dimensión “Recursos Humanos”	-----
Fluctuación de la fuerza de trabajo (Fft) (%)	0,0679-6,7%
Tasa de ausentismo (Tau) (%)	0,2535-25,3%
Total de directivos / total de trabajadores (%)	0,0322-3,2%
Total de empleados trabajando en equipo / total de empleados (%)	0,2741-27,4%
Número de niveles organizacionales	3
Total de empleados indirectos / total de empleados (%)	0,1290-12,9%
Ventas por trabajador (Pt) (\$va/trabajador)	4555,57
Dimensión “Entregas”	-----
Tiempo de entrega (TE)(días/mes)	21
Total de entregas incompletas al año \ total de entregas al año (%)	0,9167-91,6%
Dimensión “Clientes”	-----
Índice de satisfacción del cliente (Isa)	Cualitativo
Cantidad de quejas	No medido
Total de devoluciones/ ventas totales	No medido
Segmento del mercado por producto (refresco carbonatado)	No medido
Dimensión “Procesos”	-----
Efectividad Global del Equipamiento (OEE) (%)	0,2709-27,0%
Utilización de la capacidad (UC) (%)	0,4144-41,4%
Productividad espacial (Pe)(\$/m ²)	2382,182
Utilización del área de mantenimiento (UA) (%)	0,2745-27,4%
Dimensión “Costos”	-----
Costo de inventario / ventas totales	No medido
Costos por productos defectuosos / costos totales	No medido
Costos / ventas (%)	0,7910-79,10%
Costo medio por producto (\$/paquete)	1,55
Costos de prevención / ventas	No medido



Indicadores	Desempeño actual
Costos de prevención / costos totales	No medido
Ganancia antes de intereses e impuestos / ventas (%)	0,1547-15,47%
Dimensión “Calidad”	-----
Proporción de defectuosos (Df) (%)	0,068-6,8%
Costos por productos defectuosos / ventas	No medido
Cantidad promedio de re-procesos(refrescos/mes)	218
Gastos en re-procesos (Gr) (\$/mes)	24,364
Proporción de fallos o defectos al final de la inspección de la producción (Ff)	No medido
Cantidad de empleados dedicados principalmente al control de la calidad \ total de trabajadores (%)	0,0645-6,4%
Dimensión “Inventarios”	-----
Total de proveedores \ total de productos en inventario (62,5)	0,625-62,5
Rotación del inventario (veces/trimestre)	0,82
Inventario total / ventas (%)	0,6424-64,24%
Inventario de materias primas / inventario total (%)	0,5735-57,3%
Producción en proceso / ventas (%)	0,002892-0,2%
Producción en proceso y materias primas en inventario / activos totales (%)	0,19861-19,8
Inventario de productos terminados / inventario total (%)	No medido
Inventario de productos terminados / activos totales (%)	No medido

Los datos y mediciones realizadas para el cálculo de estos indicadores se pueden observar en el **Anexo 6**.

Para evaluar la satisfacción del cliente se tomó la UEB “Comercializadora” como cliente interno, en la misma se realizó un debate con los principales trabajadores, de más experiencias, para conformar una opinión sobre el servicio de la “Embotelladora Central” en cuanto a los siguientes indicadores de evaluación del servicio al cliente:

1. Velocidad de entrega
2. Calidad de las producciones
3. Fortaleza de las cargas a transportar o seguridad en la transportación
4. Nivel de información y comunicación
5. Pedidos completos

Una valoración general sobre el comportamiento de la “Embotelladora Central” arrojó que presenta una conducta adecuada en cuanto a la velocidad de entrega, el cual permite el cumplimiento de las rutas de distribución y el cumplimiento de plan de entrega, si se cumple el plan de producción. De igual manera la calidad de las



producciones se manifiesta conforme a los requisitos de calidad pactados en los contratos en el período analizado para este estudio, equivalente desde el inicio del año, hasta la fecha.

Además la comunicación fluye adecuadamente ya que se realiza e intercambia diariamente un informe de producción terminada y de existencia de productos en inventario, a partir de lo cual la comercializadora emite las órdenes de carga para los diferentes clientes externos, las cargas se transportan en carros porta-pallet pero sin paletizar la carga, lo que provoca desaprovechamiento de la capacidad transportación, para ello, en la fábrica se proyecta la puesta en marcha de una máquina paletizadora de nueva inversión. Sin embargo durante este período han existido incumplimientos en algunos de los planes de producción previstos, aunque no se han presentado problemas de calidad significativas.

Los indicadores cuantitativos que no fueron medidos, están sujetos a la falta de datos, ya sea por imposibilidad de encontrarlos para la situación productiva de la fábrica o por insignificancia del valor. En el primer caso se encuentran los indicadores:

- “Costos por productos defectuosos / ventas”, ya que dentro del período estudiado el comportamiento de las materias primas y materiales estuvieron dentro de los índices de merma normados y concebidos dentro de las fichas de costo planificadas, al igual que el producto terminado que resulte no conforme por alguna desviación de parámetros de calidad se le da destino -consumo rápido- para los comedores y cafeterías evitando las pérdidas por este concepto.
- “Costos de prevención”, debido a que estos costos no se tienen en cuenta en la UEB.
- “Tiempo de procesamiento de una orden \ total de órdenes”, porque como ya se había mencionado anteriormente, las producciones mensuales están vinculadas a un plan, el cual especifica la cantidad de productos necesarios para cada sector (Cadena, Nacional y Turismo).
- “Segmento del mercado para el refresco embotellado”, no se pudo obtener la información por parte de los clientes.

En el segundo caso se encuentran:

- “Total de devoluciones” y “Cantidad de quejas”, ya que no se han presentado



en el último tiempo y no se tendría un criterio confiable sobre estos indicadores si se tomara su valor numérico como (0).

- “Costos de inventario” y “Inventario de productos terminados”, porque contablemente no se registran los costos por inventario, en el caso del inventario de productos terminados su costo resulta el 0,976% de la cuenta de inventario total, casi despreciable, puesto que teniendo en cuenta la demanda del producto y que son suministradores permanentes del mismo, a tres provincias, el tiempo que tarda el producto en el almacén, no supera las 18 horas.
- “Proporción de fallos o defectos al final de la inspección de la producción”, no pudo hallarse ya que en los días de mediciones estudiados no se presentó el caso.

Los indicadores cualitativos evaluados a través de una encuesta realizada con ayuda del personal calificado, se dividieron y trabajaron en 5 grupos, para lograr una mayor comprensión de los mismos, recogiendo indicadores de procesos, información y comunicación, gestión, recursos humanos y proveedores.

En los indicadores respectivos a procesos se encontró que los principales problemas se relacionan con los planes mensuales los cuales no se corresponden con la demanda real que existe en el país, además de que no se utilizan controles estadísticos para enfrentar la variabilidad de los procesos, ocasionando que la media de la encuesta se encuentre en 3,71 para este grupo dentro de la escala otorgada. Así mismo ocurre con los indicadores de gestión, los cuales promedian 3,37 de la escala, significando la ausencia del uso de herramientas de gestión que ayudan a perfeccionar la dirección y el trabajo de la fábrica.

Sin embargo los indicadores dentro del grupo de comunicación e información, no muestran un comportamiento adecuado, con una media de 2,4; afectada principalmente por la poca información sobre los productos que presentan los clientes y la falta de comunicación dentro de la misma organización.

Por último, tanto para los indicadores correspondientes a proveedores y recursos humanos la media se comporta entre 3,28 y 3,66 respectivamente, ya que los principales problemas surgen de los intercambios con los proveedores debido a que no existe la mayoría de las veces posibilidad de cambiar de proveedor,



caracterizándose por ser únicos suministradores de los insumos para la fábrica. De forma general la evaluación de la UEB en base a los indicadores cualitativos no es la más adecuada.

Paso 3: Establecer los valores límites de desempeño (peor y mejor) en cada indicador.

Para establecer los valores límites de desempeño de cada indicador se revisaron las fichas de procesos, las normas y estándares así como los manuales de gestión de la calidad y la literatura. Además se reunieron y entrevistaron a los expertos anteriormente encuestados y a trabajadores de la fábrica, ya que tenían conocimiento del estudio que se estaba realizando. Los datos obtenidos en este paso se muestran a continuación en la **tabla 2.3**:

Tabla 2.3: Valores límites de desempeño para los indicadores.

Indicadores	Valor límite de desempeño	Valor límite de desempeño
Dimensión “Tiempos Efectivos”	PEOR (b)	MEJOR (a)
Tiempo de ciclo de preparación de concentrado (días/tanque)	8	6
Tiempo de ciclo para embotellado (min/paquete)	6,50	3,95
<i>Takt time</i> (h/paquete)	0,0106	0,0037
Tiempo total de inactividad/ tiempo total de trabajo de los equipos (%)	0,15	0,2
Tiempo medio de preparación de la producción (Tp)(min/día)	30	15
Tiempo de preparación / tiempo total de producción (%)	5	3,1
Tiempo invertido en reparaciones de emergencia/tiempo total de mantenimiento (%)	30	0
Dimensión “Recursos Humanos”	-----	-----
Fluctuación de la fuerza de trabajo (Fft) (%)	4	0
Tasa de ausentismo (Tau) (%)	3	0
Total de directivos / total de trabajadores (%)	4	2
Total de empleados trabajando en equipo / total de empleados (%)	0	80
Número de niveles organizacionales	5	3
Total de empleados indirectos / total de empleados (%)	20	12
Ventas por trabajador (Pt) (\$va/trabajador)	3824	4000
Dimensión “Entregas”	-----	-----
Tiempo de entrega (TE)(días/mes)	25	10
Total de entregas incompletas al año \ total de entregas al año (%)	20	0
Dimensión “Clientes”	-----	



Indicadores	Valor límite de desempeño	Valor límite de desempeño
Índice de satisfacción del cliente (Isa)	Cualitativo	Cualitativo
Cantidad de quejas	No medido	No medido
Total de devoluciones/ ventas totales	No medido	No medido
Segmento del mercado por producto (refresco carbonatado)	No medido	No medido
Dimensión “Procesos”	-----	-----
Efectividad Global del Equipamiento (OEE) (%)	65	95
Utilización de la capacidad (UC) (%)	30	96
Productividad espacial (Pe)(\$/m ²)	1000	2000
Utilización del área de mantenimiento (UA) (%)	40	10
Dimensión “Costos”	-----	
Costo de inventario / ventas totales	No medido	No medido
Costos por mala calidad / costos totales	No medido	No medido
Costos / ventas (%)	80	20
Costo medio por producto (\$/paquete)	2,86	1,5
Costos de prevención / ventas	No medido	No medido
Costos de prevención / costos totales	No medido	No medido
Ganancia antes de intereses e impuestos / ventas (%)	19	80
Dimensión “Calidad”	-----	-----
Proporción de defectuosos (Df) (%)	3	0
Costos por productos defectuosos / ventas	No medido	No medido
Cantidad de re-procesos(unidades)	398(2%)	0
Gastos en re-procesos (Gr) (\$MT/mes)	100	0
Proporción de fallos o defectos al final de la inspección de la producción (Ff)	No medido	No medido
Cantidad de empleados dedicados principalmente al control de la calidad \ total de trabajadores (%)	15	6
Dimensión “Inventarios”	-----	-----
Total de proveedores \ total de productos en inventario (%)	1	37
Rotación del inventario (veces/trimestre)	0	2
Inventario total / ventas (%)	80	20
Inventario de materias primas / inventario total (%)	40	60
Producción en proceso / ventas (%)	10	0
Producción en proceso y materias primas en inventario / activos totales (%)	0	60
Inventario de productos terminados / inventario total	No medido	No medido
Inventario de productos terminados / activos totales	No medido	No medido



Paso 4: Calcular la función de membresía fuzzy para cada indicador. Determinar el Nivel de Esbeltez (NE) de la UEB “Embotelladora Central”.

Los modelos difusos utilizan conjuntos difusos para representar valores no estadísticos, inciertos y lingüísticos. Las definiciones básicas de la teoría del conjunto difuso se tomaron de **(Pakdil and Moustafa, 2014)** y se demuestran a continuación:

Definición 1: Un conjunto difuso en un universo en discurso X caracterizado por una función de pertenencia $\mu_A(x)$ asociado con cada elemento x en X , un número real en el intervalo $[0, 1]$. El valor de la función $\mu_A(x)$ en términos del grado de pertenencia de x en A .

Definición 2. Se va hacer un conjunto difuso A y $\mu_A(x)$ será la función de pertenencia de $x \in A$, si $\mu_A(x)$ se define como se muestra en la ecuación (1). En esta función, 'a' y 'b' representan lo mejor y lo peor del desempeño esbelto de cada indicador, respectivamente.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } Xi \leq a \\ 0 & \text{if } Xi \geq b \\ 1 - \frac{(xi - a)}{(b - a)} & \text{if } a < Xi < b \end{cases} \quad (1)$$

Después, los indicadores son medidos en la organización, se calculan los valores de pertenencia difusa para cada indicador. Como paso final de la medición esbelta, la puntuación final se calcula como la media de todos los valores de pertenencia tenidos en cuenta en la evaluación esbelta **(Behrouzi and Wong, 2011)**.

Para demostrar claramente el método de medición esbelta, se utilizaron las ocho dimensiones de evaluación cuantitativa presentadas anteriormente. La medición se realiza utilizando funciones de pertenencia difusa y las puntuaciones se llevan a cabo con éxito como se muestra en la **Tabla 2.4**. Las organizaciones pueden ser capaces de calcular y medir tanto como sea posible indicadores de rendimiento como los que se presentan en esta investigación, incluso si no pueden medir todos los indicadores propuestos, se puede medir y calcular funciones de pertenencia difusa y puntuar de acuerdo con sus características.

Las funciones de pertenencia difusa se calculan utilizando la ecuación (1) y la organización obtiene puntos de esbeltez sobre la base de la ecuación (2), donde m es el número de dimensiones, n_j es el número de indicadores de desempeño en cada dimensión j , $j = 1, 2, \dots, m$; $\mu_A(x)$ es el valor de pertenencia difusa del indicador de



rendimiento i de la dimensión j , $i = 1, 2, \dots, n_j$; $j = 1, 2, \dots, m$.

$$NE = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \mu_A(x)_{ij}/n_i}{m} * 100 \quad (2)$$

Tabla 2.4: Evaluación de indicadores a través de la lógica difusa

Dimensiones e indicadores de rendimiento		Resultados			
Dimensiones	Indicadores de rendimiento	Nivel de rendimiento actual (Xi)	Punto a	Punto b	$\mu_A(x)$
Tiempos efectivos	Tiempo de ciclo de preparación de concentrado (días/tanque)	7	6	8	0,5
	Tiempo de ciclo para embotellado (min/paquete)	3,95	3,95	6,50	1
	Takt time (h/paquete)	0,0106	0,0037	0,0106	0
	Tiempo total de inactividad/ tiempo total de trabajo de los equipos (%)	8,6	2	15	0,492
	Tiempo medio de preparación de la producción (Tp)(min/día)	18,76	15	30	0,74
	Tiempo de preparación / tiempo total de producción (%)	4,3	3,1	5	0,368
	Tiempo invertido en reparaciones de emergencia/tiempo total de mantenimiento (%)	87,3	0	30	0
<i>Puntuación</i>					44,28
Recursos Humanos	Fluctuación de la fuerza de trabajo (Fft) (%)	6,7	0	4	0
	Tasa de ausentismo (Tau) (%)	25,3	0	3	0
	Total de directivos / total de trabajadores (%)	3,2	2	4	0,4
	Total de empleados trabajando en equipo / total de empleados (%)	27,4	80	0	0,342
	Número de niveles organizacionales	3	3	5	1
	Total de empleados indirectos / total de empleados (%)	12,9	12	20	0,887
	Ventas por trabajador (Pt) (\$va/trabajador)	4555,57	4000	3824	1
<i>Puntuación</i>					51,8
Entregas	Tiempo de entrega (TE)(días/mes)	21	10	25	0,266
	Total de entregas incompletas al año \ total de entregas al año (%)	91,67	0	20	0
<i>Puntuación</i>					13,3
Procesos	Efectividad Global del Equipamiento (OEE) (%)	27	95	65	0
	Utilización de la capacidad (UC) (%)	41,4	96	30	0,172
	Productividad espacial (Pe)(\$/m ²)	2382,18	2000	1000	1
	Utilización del área de mantenimiento (UA) (%)	27,4	10	40	0,42
<i>Puntuación</i>					39,8
Costos	Costos / ventas (%)	79,1	20	80	0,015
	Costo medio por producto (\$/paquete)	1,55	1,5	2,86	0,963



Dimensiones e indicadores de rendimiento		Resultados			
Dimensiones	Indicadores de rendimiento	Nivel de rendimiento actual (Xi)	Punto a	Punto b	$\mu_A(x)$
	Ganancia antes de intereses e impuestos / ventas (%)	15,5	80	19	0
	<i>Puntuación</i>				32,6
Calidad	Proporción de defectuosos (Df) (%)	6,8	0	3	0
	Cantidad de re-procesos(unidades)	218	0	398	0,452
	Gastos en re-procesos (Gr) (\$MT/mes)	24,36	0	100	0,756
	Cantidad de empleados dedicados principalmente al control de la calidad \ total de trabajadores (%)	6,4	6	15	0,955
	<i>Puntuación</i>				54,0
Inventarios	Total de proveedores \ total de productos en inventario (%)	62,5	37	100	0,595
	Rotación del inventario (veces/trimestre)	0,82	2	0	0,41
	Inventario total / ventas (%)	64,2	20	80	0,263
	Inventario de materias primas / inventario total (%)	57,3	60	40	0,865
	Producción en proceso / ventas (%)	0,2	0	10	0,98
	Producción en proceso y materias primas en inventario / activos totales (%)	19,8	60	0	0,33
	<i>Puntuación</i>				57,3
	<i>Puntuación final</i>				41,87

Paso 5: Análisis de los resultados.

Las funciones de pertenencia difusa convergen al 100 para evaluar el mejor desempeño esbelto, es decir mientras más se aproxime al 100 mejor será el desempeño esbelto para cada dimensión medida. Como se puede apreciar en la **figura 2.4**, existe una variabilidad entre los niveles de esbeltez de cada dimensión, lográndose un mejor rendimiento en las dimensiones Recursos Humanos, Calidad e Inventarios, sin embargo no quiere decir que su eficacia sea la mejor ya que generan un valor de pertenencia difusa convergente menos de 60. A su vez las dimensiones Tiempos efectivos, Entregas, Costos y Procesos son las de peor rendimiento y deben realizarse esfuerzos mayores para mejorar el desempeño esbelto de la fábrica.

Dentro de las dimensiones con peor rendimiento, la situación más crítica es presentada en la dimensión Entregas, ya que la misma fue evaluada por indicadores como: las entregas incompletas que se hayan presentado en el último año, del total de entregas, la cual mide directamente el cumplimiento de los planes de producción asignados mensualmente; y por el indicador tiempo de entrega, necesario para medir



el tiempo de respuesta a los planes, el cual sería conveniente dentro de lo posible disminuirlo.

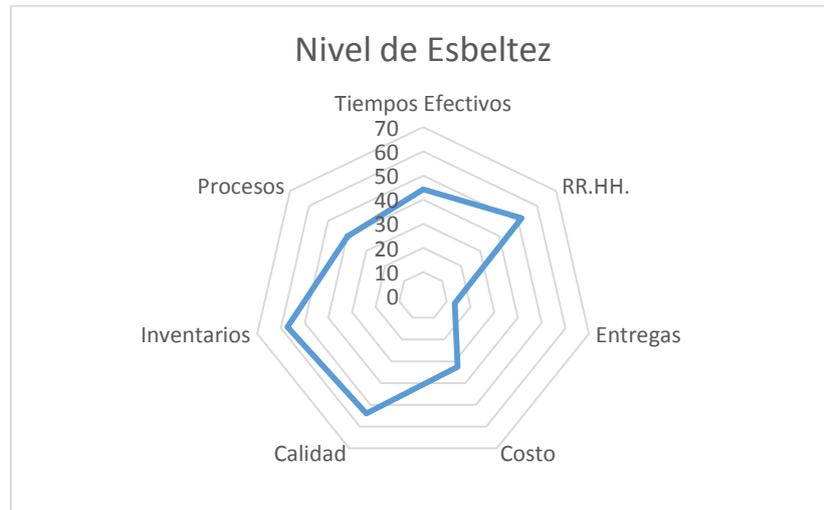


Figura 2.4: Comparación de los niveles de esbeltez para cada dimensión.

En el caso de la dimensión Tiempos Efectivos, la puntuación viene dada por la baja evaluación obtenida para los indicadores *Takt time*, representado por la dependencia al plan mensual, el cual se encuentra muy por debajo de las capacidades productivas para el refresco carbonatado de la línea de producción. De la misma forma los indicadores vinculados a los tiempos por interrupciones de los equipos presentan una evaluación muy baja influyendo directamente en la evaluación total de la dimensión.

La dimensión Procesos, se ve afectada por el indicador OEE, debido a que los equipos no están en las mejores condiciones y su capacidad no es aprovechada al máximo. Por último, la dimensión Costos queda afectada por indicadores financieros como la ganancia antes de intereses e impuestos y los costos sobre las ventas, los cuales sería necesarios aumentarlos y disminuirlos respectivamente para asegurar una correcta gestión económica.

Finalmente, la evaluación de la esbeltez en la UEB, tras la aplicación de la herramienta propuesta resultó ser poco esbelta (no es considerada como evaluación respaldada en la literatura) con un valor de pertenencia difusa menor que 50, influenciado por la baja puntuación en varios de los indicadores medidos.

A partir de la evaluación obtenida, se hace necesario proponer una serie de medidas que pueden ser implementadas con el objetivo de mejorar los indicadores medidos y por ende el desempeño general de la fábrica.



- Priorizar la mejora constante del equipamiento, en su mayoría obsoleto, para garantizar la calidad y estabilidad de las producciones, generando la disminución de tiempo perdido por paradas no planificadas.
- Garantizar el pre-despacho de las materias primas necesaria en la producción para evitar las demoras en cada jornada de trabajo, por este concepto, beneficiando a su vez el comienzo de la producción a la hora establecida, independientemente de la incapacidad de disminuir el tiempo de ajuste de los equipos.
- Utilizar adecuadamente el presupuesto asignado para la formación y capacitación de los trabajadores, influyendo directamente en el sentido de pertenencia y nivel de compromiso de los empleados hacia la entidad.
- Revisar el plan de mantenimiento para los equipos con mayores problemas técnicos y de ser necesario aumentar la frecuencia de intervenciones planificadas.
- Valorar a largo plazo la posibilidad de que la UEB, se haga cargo de las funciones de comercialización y venta de sus productos, así como de las relaciones directas con los proveedores.

2.4. Conclusiones parciales.

1. El trabajo realizado con los expertos y la consulta de la bibliografía especializada para el tema de estudio permitió definir las dimensiones e indicadores utilizados en la evaluación de la esbeltez en la entidad objeto de estudio.
2. El análisis de los indicadores cualitativos demostró algunos problemas por conceptos de comunicación y relaciones, los cuales están vinculados directamente con la gestión administrativa y productiva.
3. El análisis cuantitativo arrojó un bajo valor de esbeltez para la UEB, lo cual implicaría un esfuerzo en acciones de mejoras para influir en el mejoramiento de los indicadores con mayores problemas.



Conclusiones finales

1. El análisis bibliográfico realizado en la investigación, permitió profundizar en las definiciones, enfoques, principios, prácticas y herramientas de la filosofía de producción esbelta, así como su posible aplicación en entidades productivas nacionales, además permitió determinar que la herramienta propuesta por **(Pakdil and Moustafa, 2014)** es aplicable con modificaciones características para la entidad objeto de estudio.
2. Mediante el proceder metodológico propuesto se logró desarrollar la herramienta para la evaluación de la esbeltez, detallando cada paso para validar correctamente la misma y fundamentar sus resultados.
3. La definición de las dimensiones y de los indicadores cuantitativos y cualitativos tratados, están relacionados con los principios, tipos de derroches y prácticas esbeltas, así como con las principales deficiencias encontradas en la UEB “Osvaldo Socarrás”. La validez de estos elementos fue garantizada a partir de la metodología seguida.
4. La aplicación de la herramienta de evaluación propuesta en la UEB, arrojó que la entidad presenta problemas organizativos y en su gestión productiva, evidenciados en la evaluación de los indicadores tanto cuantitativos como cualitativos, dando como resultado un bajo nivel de esbeltez, pudiéndose corregir implementando acciones de mejoras y aplicando sistemáticamente esta herramienta.



Recomendaciones

1. Aplicar de manera sistemática la herramienta propuesta para contribuir al desarrollo de acciones de mejora para cualquier situación que se presente.
2. Desarrollar una investigación que permita obtener intervalos de evaluación para el nivel de esbeltez en la empresa.
3. Proponer al Ministerio de la Industria Alimentaria, la aplicación de esta herramienta en otras entidades pertenecientes al mismo.

Bibliografia

1. ABREU, T. & FERREIRA, C. F. 2008. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas.
2. AGARWAL, A., RAVI SHANKAR & TIWARI, M. K. 2006. Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach.
3. ÅHLSTRÖM, P. 2004. Lean service operations: translating lean production principles to service operations.
4. ALI ALMOMANI, M., ABDELHAKIM ABDELHADI, AHMAD MUMANI, AMER MOMANI & ALADEEMY, M. 2014. A proposed integrated model of lean assessment and analytical hierarchy process for a dynamic road map of lean implementation.
5. ALI, R. M. & DEIF, A. M. 2014. Dynamic Lean Assessment for Takt Time Implementation.
6. ALMEIDA MARODIN, G. & SAURIN, T. A. 2013. Implementing lean production systems: research areas and opportunities for future studies.
7. ARISHA, A., AMR MAHFOUZ & SHEA, J. 2011. Simulation-based Optimisation Model for the Lean Assessment in SME: A Case Study. *Winter Simulation Conference*. Dublin Institute of Technology.
8. ASNAN, R., NORANI NORDIN & OTHMAN, S. N. 2015. Managing Change on Lean Implementation in Service Sector. *2nd Global Conference on Business and Social Science*. Bali, Indonesia.
9. BAYOU, M. E. & KORVIN, A. D. 2008. Measuring the leanness of manufacturing systems: A case study of Ford Motor Company and General Motors.
10. BEHROUZI, F. & WONG, K. Y. 2011. Lean performance evaluation of manufacturing systems: A dynamic and innovative approach.
11. BHAMU, J. & SANGWAN, K. S. 2014. Lean manufacturing: literature review and research issues.
12. BHASIN, S. 2011. Measuring the Leanness of an organisation.
13. BONAVIDA, T. & MARIN, J. A. 2006. An empirical study of lean production in the ceramic tile industry in Spain.
14. BRUCE, M., LUCY DALY & TOWERS, N. 2004. Lean or agile. A solution for supply chain management in the textiles and clothing industry?
15. CAMACHO MIÑANO, M.-D.-M., JOSÉ MOYANO-FUENTES & SACRISTÁN-DÍAZ, M. 2013. What can we learn from the evolution of research on lean management assessment?
16. CARLBORG, P., DANIEL KINDSTRÖM & KOWALKOWSKI, C. 2013. A lean approach for service productivity improvements: synergy or oxymoron?

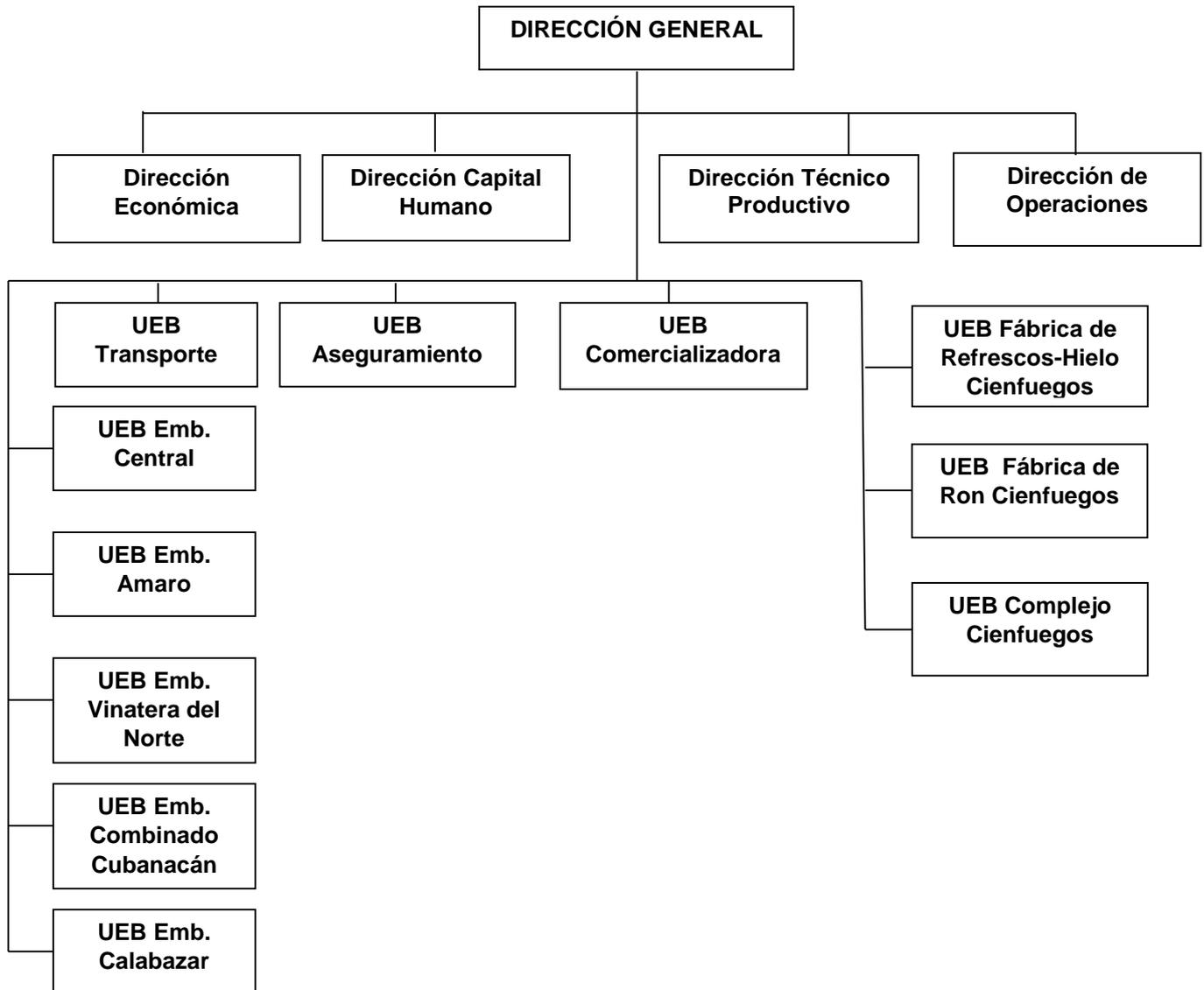
17. CIL, I. & TURKAN, Y. S. 2013. An ANP-based assessment model for lean enterprise transformation.
18. CUA, K. O., MCKONE, K. E. & SCHROEDER, R. G. 2001. Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. *Journal of Operations Management*
19. CHONGWATPOL, J. 2013. Achieving Lean Objectives through RFID: A Simulation-Based Assessment.
20. CHRISTOPHER, M. & TOWILL, D. R. 2000. Supply chain migration from lean and functional to agile and customised.
21. DAMRATH, F. 2012. *Increasing competitiveness of service companies: developing conceptual models for implementing Lean Management in service companies*. Politecnico di Milano.
22. DIAZ ELSAYED, N., ANNABEL JONDRAL, SEBASTIAN GREINACHER, DAVID DORNFELD & LANZA, G. 2013. Assessment of lean and green strategies by simulation of manufacturing systems in discrete production environments.
23. DOOLEN, T. L. & HACKER, M. E. 2005. A Review of Lean Assessment in Organizations: An Exploratory Study of Lean Practices by Electronics Manufacturers.
24. EDGEMAN, R. L. 2010. Lean six sigma in service: applications and case studies.
25. FORMIGONI CARVALHO, O. M. & TUBINO, D. F. 2013. Métodos de avaliação da implantação da manufatura enxuta: Uma revisão da literatura e classificação.
26. GREINACHER, S., EMANUEL MOSER, HANJO HERMANN & LANZA, G. 2015. Simulation based assessment of lean and green strategies in manufacturing systems. *The 22nd conference on Life Cycle Engineering*.
27. HADID, W. & MANSOURI, S. A. 2014. The lean-performance relationship in services: a theoretical model.
28. HOFER, C., CUNEYTOGLU & HOFER, A. R. 2012. The effect of lean production on financial performance: The mediating role of inventory leanness.
29. JAARON, A. & BACKHOUSE, C. 2010. Lean Manufacturing in Public Services: Prospects for Value Creation.
30. KARIM, A. & ARIF-UZ-ZAMAN, K. 2013. A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations.
31. KRISHNA, J., NAGA VAMSI, & KODALI, R. 2014. A literature review of empirical research methodology in lean manufacturing.
32. LANDSBERGIS, P. A., JANET CAHILL & SCHNALL, P. 1999. The impact of Lean Production and related new systems of work organization on worker health.

33. LEWIS, M. A. 2000. Lean production and sustainable competitive advantage.
34. LÓPEZ, E. A., I. GONZÁLEZ-REQUENA & SANZ-LOBERA, A. 2015. Lean Service: Reassessment of Lean Manufacturing for Service Activities.
35. MANUEL F. SUÁREZ-BARRAZA, TRICIA SMITH & DAHLGAARD-PARK, S. M. 2012. Lean Service: A literature analysis and classification.
36. MING-TE, L., MEI ALBERT KUO-CHUNG & PAN, W.-T. 2013. Using data mining technique to perform the performance assessment of lean service.
37. MOORI, R. G., ADRIANO PESCARMONA & KIMURA, H. 2013. Lean Manufacturing and Business Performance in Brazilian Firms.
38. NAWANIR, G., LIM KONG TEONG & OTHMAN, S. N. 2013. Impact of lean practices on operations performance and business performance. Some evidence from Indonesian manufacturing companies.
39. NAYLOR, J. B., MOHAMED M NAIM & BERRY, D. 1999. Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain.
40. OLSEN, E. O. 2004. *Lean manufacturing management: The relationship between practice and firm level financial performance*. Doctor of Philosophy, The Ohio State University.
41. PAKDIL, F. & MOUSTAFA, K. 2014. Criteria for a lean organisation: development of a lean assessment tool.
42. PANWAR, A., RAKESH JAIN & RATHORE, A. P. S. 2015. A survey on the adoption of lean practices in the process sector of India with a comparison between continuous and batch process industries.
43. PCC 2011. Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución
44. PCC 2016. Actualización de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021.
45. PORTIOLI-STAUDACHER, A. 2010. Lean Implementation in Service Companies.
46. QUINTANILLA MÉNDEZ, Z. 2016. *Desarrollo de una herramienta para la evaluación de la esbeltez en el Hotel Sol Cayo Santa María.*, Universidad Central Martha Abreu de las Villas.
47. RAJA, M. I. 2011. *Lean manufacturing - an integrated socio-technical systems approach to work design*. Doctor of Philosophy.
48. ROSS RITCHIE & ANGELIS, J. 2009. Implementing Lean into a Servicing Environment.
49. SHAH, R., M.B.A. 2002. *A configurational view of lean manufacturing and its theoretical implications*. The Ohio State University.
50. SHAH, R. & WARD, P. T. 2007. Defining and developing measures of lean production.
51. SHAH R. & WARD, P. T. 2003. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance.

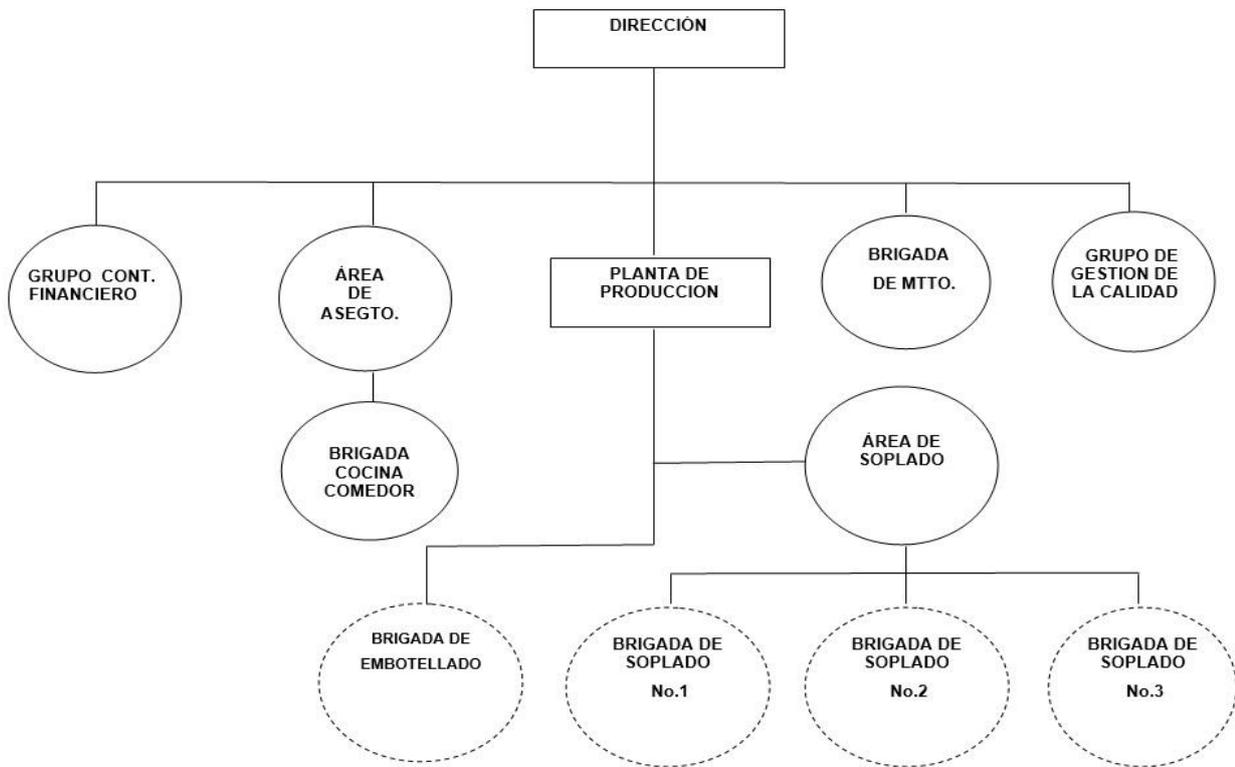
52. SINGH, B., S.K. GARG & SHARMA, S. K. 2010. Development of index for measuring leanness: study of an Indian auto component industry.
53. STEINLICHT, C. L. 2010. *Lean production and the organizational life cycle: A survey of lean tool effectiveness in young and mature organizations*. Capella University.
54. STONE, K. B. 2010. *Relationships between organizational performance and change factors and manufacturing firms' leanness*. Colorado State University.
55. TAGGART, P. & KIENHÖFER, F. 2013. The effectiveness of lean manufacturing audits in measuring operational performance improvements.
56. WAN, H.-D. & CHEN, F. F. 2008. A leanness measure of manufacturing systems for quantifying impacts of lean initiatives.
57. YANG, M. G., HONG, P. & MODI, S. B. 2011. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms.

Anexos

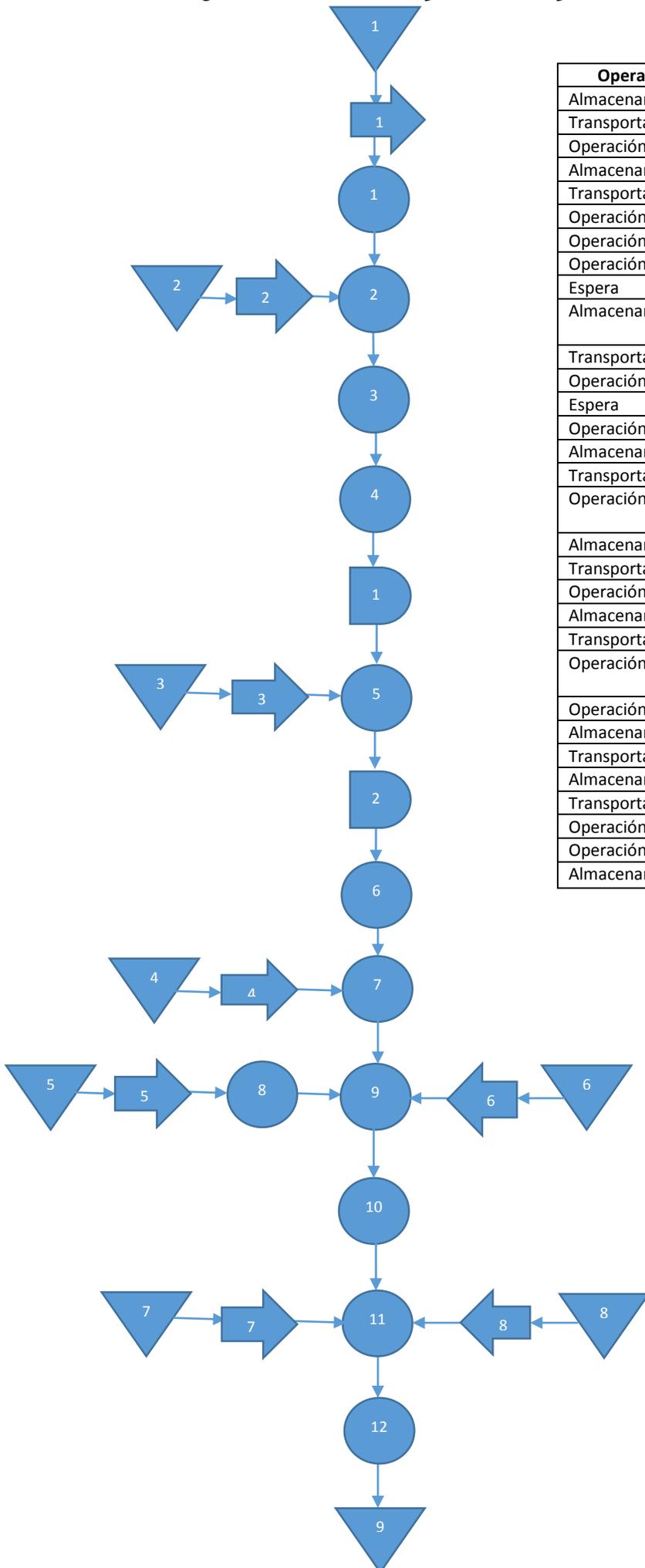
Anexo 1: Organigrama de la "Empresa de Bebidas y Refrescos". Fuente: Documentos Oficiales.



Anexo 2: Organigrama de la Embotelladora Central. Fuente: Documentos Oficiales.



Anexo 3: Diagrama OTIDA del proceso de producción de refresco embotellado.



Operación	No	Descripción
Almacenamiento	1	Almacenamiento de agua cruda
Transportación	1	Transporte (tuberías) de agua cruda
Operación	1	Tratamiento de agua por Ósmosis Inversa
Almacenamiento	2	Almac. azúcar refino
Transportación	2	Transporte de azúcar refino
Operación	2	Preparación de jarabe simple a pasteurizar
Operación	3	Filtrado del jarabe simple
Operación	4	Pasteurización del jarabe simple
Espera	1	Reposo
Almacenamiento	3	Almac. materias primas para refresco concentrado
Transportación	3	Trasporte de materias primas
Operación	5	Preparación de refresco concentrado
Espera	2	Reposo
Operación	6	Filtrado de refresco concentrado
Almacenamiento	4	Almacenamiento de gas carbónico
Transportación	4	Transporte de gas carbónico
Operación	7	Fabricación del refresco premezclado (UNIMIX)
Almacenamiento	5	Almacenamiento de pomos PET
Transportación	5	Transporte de envases PET
Operación	8	Alimentación de envases PET
Almacenamiento	6	Almacenamiento de tapas
Transportación	6	Transporte de tapas al Monobloc
Operación	9	Enjuague, llenado y tapado de refresco carbonatado(Monobloc)
Operación	10	Fechado
Almacenamiento	7	Almac. de etiquetas
Transportación	7	Transporte de etiquetas
Almacenamiento	8	Almac. de pegamento
Transportación	8	Transporte de pegamento
Operación	11	Etiquetado
Operación	12	Retractilado
Almacenamiento	9	Almacenamiento de productos terminados

Anexo 4: Consulta a expertos para determinar los indicadores.

UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
 FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
 Consulta a expertos para la determinación de los indicadores.



Estimado experto:

Se pretende desarrollar una investigación sobre la filosofía *Lean Manufacturing* (manufactura o producción esbelta), para ello, es necesario de su criterio para definir los indicadores para la evaluación del nivel de esbeltez en la Unidad Empresarial de Base "Osvaldo Socarras".

Teniendo en cuenta que los expertos incluidos no todos están vinculados a la rama productiva consideramos apropiado abordar las principales características de la metodología *Lean Manufacturing*.

Este concepto fue introducido por la compañía Toyota como estrategia para impulsar y mejorar su sistema de producción, y dada su efectividad se fue expandiendo a otras industrias manufactureras. *Lean Manufacturing* principalmente plantea eliminar todo aquello que constituya una pérdida ya sea de tiempo o recursos (llamado desperdicio o despilfarro como: la sobreproducción, los defectos, los reprocesamientos, el transponte y movimientos excesivos, las esperas y el inventario), es decir eliminar las actividades o procesos que no añaden valor al producto. Trabajar con esta filosofía, implica, entre otras cosas, lograr una cultura de eficiencia y eficacia que involucre a toda la organización, incluyendo la mejora continua, la formación constante de los trabajadores, la gestión de la calidad, el mantenimiento constante de los equipos de trabajo, y la relación activa con los proveedores y clientes.

A usted se le presenta en la siguiente tabla dos tipos de indicadores (cuantitativos y cualitativos) con sus respectivas dimensiones (calidad, procesos, clientes, costo, inventario, tiempos efectivos, entregas y recursos humanos) para que establezca una puntuación en base a su criterio. La escala a utilizar será; 1: incluirlo; 2: no incluirlo; 3: incluirlo con modificaciones. Si usted tiene alguna sugerencia de indicador, puede escribirla al final de la encuesta.

Gracias por su ayuda y atención...

Dimensiones e Indicadores Cuantitativos	1	2	3	Sugerencia
Tiempos Efectivos				
Tiempo de Ciclo				
Ritmo de producción (<i>Takt time</i>)				
Tiempo total de inactividad \ tiempo total de trabajo de la máquina				
Tiempo medio de preparación por producto				
Tiempo de preparación \ tiempo total de producción				
Tiempo total invertido en reparaciones de emergencia \ Tiempo total destinado al mantenimiento				
Recursos Humanos				
Fluctuación de la fuerza de trabajo				
Tasa de ausentismo				
Total de directivos \ total de trabajadores				
Total de empleados trabajando en equipo \ total de empleados				
Número de niveles organizacionales				
Total de empleados indirectos \ total de empleados directos				
Ventas por trabajador				
Entregas				
Número de veces que los productos son transportados \ ventas totales.				
Distancia total de transportación de materias primas \ ventas totales.				
Tiempo de entrega				
Total de órdenes entregadas tardes por año \ total de entregas por año				
Clientes				
Índice de satisfacción del cliente				
Cantidad de quejas de los clientes				
Total de productos devueltos por el cliente \ ventas				
Porción del mercado por grupo de productos				
Procesos				
Efectividad Global del Equipamiento (OEE)				

Proporción de la utilización de la capacidad				
Productividad espacial				
Tamaño área de reparación \ área total				
Costos				
Costo de inventario \ ventas totales				
Costo total de garantía \ ventas totales				
Costo por mala calidad \ costos totales				
Costos totales \ ventas totales				
Costo medio por producto				
Costo total de prevención \ costos totales				
Costo total de prevención \ ventas totales				
Ganancia después de intereses e impuestos \ ventas totales				
Calidad				
Proporción de defectuosos				
Total de productos defectuosos (\$) \ ventas totales				
Cantidad de re-procesos				
Gastos en re-procesos \ ventas totales				
Proporción de fallos o defectos al final de la inspección de la producción				
Cantidad de mecanismos poka-yoke \ total de defectos y re-trabajos				
Cantidad de empleados dedicados principalmente al control de la calidad \ total de trabajadores				
Inventarios				
Total de proveedores \ total de productos en inventario				
Rotación del inventario				
Inventario total \ ventas totales				
Inventario de materias primas \ inventario total				
Producción en proceso \ ventas totales				
Inventario de productos en proceso y materias primas \ activos totales				
Inventario de productos terminados \ inventario total				
Inventario de productos terminados \ activos totales				
Dimensiones e Indicadores Cualitativos	1	2	3	Sugerencia
Calidad				
La producción es detenida si surgen errores o defectos				
Control del proceso a través de medidas dentro del mismo				
Momento en que realizan los controles o mediciones en el proceso				
Utilización de la gestión basada en proceso en la UEB				
Uso de la información dentro de la organización				
Existencia de una cultura de eficiencia y eficacia				
Clientes				
Existe una relación con los clientes sobre la oferta de productos				
Retroalimentación con los clientes sobre la calidad de los productos				
Procesos				
Existe agrupación de equipos para producir en flujo continuo				
Los registros de mantenimiento son publicados para el conocimiento de los trabajadores				
Estudio de aceptación del producto en el mercado antes de lanzarlo				
Utilización de técnicas como control de procesos estadísticos, 5S,TPM, producción celular, mapa de flujo de valor, entre otras				
Se desarrollan procedimientos operacionales estándar, se publican y habilitan en todas las áreas				
Las operaciones no productivas son reguladas				
Recursos humanos				
Los empleados manejan ellos mismos las sugerencias				
Los trabajadores lideran los esfuerzos de mejoras				
Los trabajadores se someten a entrenamientos en varias funciones				
El liderazgo del equipo rota entre sus miembros				

Los líderes de equipos son responsables por la realización correcta de actividades de valor añadido y por el entrenamiento de sus subordinados			
Entregas			
La producción es basada en la demanda de los clientes			
El nivel de producción de una operación es basada en la demanda actual que tenga la siguiente operación			
La calidad es el criterio más importante para la selección de proveedores			
Se realizan esfuerzos para mantener una buena relación a largo plazo con los proveedores			
Los proveedores se consideran compañeros de la organización			
Los problemas se resuelven conjuntamente con los proveedores			
Se les ayuda a los proveedores a mejorar la calidad de sus producciones			
Se incluyen a los principales proveedores en la planificación y obtención de metas, así como en programas de mejora continua			
Los proveedores están directamente relacionados con el desarrollo de nuevos productos			
Existe un intercambio de información constante con los socios comerciales			
Los proveedores realizan sus entregas en base al sistema justo a tiempo			

Sugerencia de otros indicadores:

Anexo 5: Entrevista para la evaluación de indicadores cualitativos.

Ítems	Nunca(1)	Casi nunca(2)	Muchas veces(3)	Casi siempre(4)	Siempre(5)
1-Los empleados detienen la línea de producción de refresco carbonatado si identifican errores o defectos en el proceso.					
2-El control del proceso se realiza a través de medidas dentro del mismo.					
3-Los trabajadores de la línea realizan controles en el proceso después de cada operación.					
4-Las mediciones y controles se realizan solo después que la producción haya terminado.					
5-La organización emplea la gestión basada en procesos como modelo de gestión para la optimización de sus actividades.					
6-La información es compartida continuamente para el conocimiento de todos.					
7-Existe información escrita regularmente al alcance de todos los empleados.					
8-En la organización se trabaja bajo una cultura de eficiencia y eficacia en todos sus niveles.					
1-Nuestros clientes tienen conocimiento y están relacionados con las ofertas de nuestros productos.					
2-Se tienen en cuenta y se trabaja en base a las opiniones de nuestros clientes sobre la calidad de los refrescos.					
1-Los registros de mantenimiento son publicados para los conocimientos de todos los trabajadores.					
2-Antes de lanzar un producto (refresco) al mercado se realiza primeramente un estudio de aceptación.					
1-Se utilizan técnicas de control de procesos estadísticos para reducir la variación en los procesos.					
2-En la organización se utilizan herramientas de mantenimiento total preventivo para el control de los equipos.					
3-¿Dentro del sistema de gestión son integradas las 5S?					
4-La gestión en la UEB se apoya en herramientas como los mapas de flujo de valor.					
5-Se desarrollan procedimientos operacionales estándar, se publican y habilitan en todas las áreas.					
6-En toda la organización las operaciones no productivas son reguladas.					
1-Los empleados manejan ellos mismos las sugerencias a distintos problemas que se presenten.					
2-Los trabajadores lideran los esfuerzos de mejoras que se llevan a cabo en toda la organización.					
3-Todos los empleados en la organización se someten regularmente a entrenamientos en varias funciones.					
4-El liderazgo de los equipos de trabajo rota continuamente entre sus miembros.					
5-Los líderes son responsables por la realización correcta de actividades de valor añadido a lo largo de todo el proceso.					
6-¿El líder se considera responsable por el entrenamiento de todos los trabajadores bajo su mando?					
1-La producción es basada únicamente en la demanda de los clientes.					
2-El nivel de producción de una operación es basada en la demanda actual de la siguiente operación.					
3-Cuando existen problemas con los suministros se resuelven conjuntamente con los proveedores.					
4-Se realizan esfuerzos para mantener una relación a largo plazo con los proveedores.					
5-Los proveedores se consideran compañeros de la organización.					
6-Se les ayuda a los proveedores a mantener y mejorar la calidad de sus productos.					
7-Se incluyen a los proveedores en la obtención de metas dirigidas a la mejora continua.					
8-Existe un intercambio de información constante con socios comerciales.					
9-Los proveedores realizan sus entregas en base al sistema justo a tiempo.					

Anexo 6: Datos y mediciones de las observaciones realizadas de los indicadores.

Indicadores	UM	Mediciones					Total	Promedio	Datos
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5			
Dimensión "tiempos efectivos"									
1-tiempo de preparación del concentrado.	Días	----	----	----	----	----	----	----	2
2-tiempo en vaciarse el tanque	Días	----	----	----	----	----	----	----	5
3-tiempo de embotellado	min/paq	----	----	----	----	----	----	----	3,95
4-tiempo de transportación	min	7	6	7	8	6	----	----	----
5-tiempo de espera	h	----	----	----	----	----	----	----	26
6-demoras	h	0.56	1.33	1.33	2.93	1	----	----	----
TCc	días/tanque	----	----	----	----	----	----	----	7
Tce	min/paq	----	----	----	----	----	----	----	3.95
1-Jornada laboral	h	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	----	----	----
2-tiempos normados	h	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	----	----	----
3-Dias de trabajo al mes	Días	----	----	----	----	----	----	----	24
4-Fondo de tiempo mensual	h	----	----	----	----	----	----	----	192
5-demanda mensual	paq	----	----	----	----	----	----	----	18000
6-produccion del día	paquetes	2064	1956	1956	1087	1400	----	----	----
TAKT TIME	Tkt	----	----	----	----	----	----	----	0.01067
1-tiempo de inactividad	h	0.5	0.1	1.05	1.66	0.16	----	----	----
2-tiempo de trabajo de los equipos	h	8	8	8	8	8	----	----	----
1//2	%	0.0625	0.0125	0.13125	0.2075	0.02	----	0.08675	----
1-tiempo de ajuste de las maquinas	min	12.5	10	11	12	14.3	----	----	----
tiempo de preparación(Tp)	min	19.5	16	18	20	20.3	----	18.76	----
1-tiempo de bloqueo de los equipos	h	0.16	0.18	0.15	0.11	0.15	----	----	----
2-tiempo realmente trabajado	h	7.5	7.9	6.95	6.34	7.84	----	7.306	----
Tp/2	%	0.0433	0.0337	0.0431	0.0525	0.04314	----	0.0432	----
1-tiempo de almacenamiento final	h	15	15	15	16.5	16	----	----	----
2- tiempo inv.en reparaciones de emerg.	h	0.5	0.1	1.05	1.66	0.16	69	----	----
3-tiempo total de mtto.	h/mes	----	----	----	----	----	----	----	79
2//3	%	----	----	----	----	----	----	----	0.8734
Dimensión "RR.HH"									
	UM	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo			
1-salidas	trabajadores	3	1	6	5	----	----	----	----
2-altas	Trabajadores	0	1	2	2	----	----	----	----
3-total de trabajadores(E)	Trabajadores	----	----	----	----	62	----	----	62
4-promedio de trabajadores	Trabajadores	60	54	52	52	----	----	----	----
Fluctuacion de la FT	%	0.05	0.01818	0.1111	0.0925	----	----	0.0679	----

