

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Bibliotecas Bucaramanga
Universidad Santo Tomás**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA EMPRESARIAL A LA
COMPAÑÍA ELIECER VÁSQUEZ JOYERÍA BASADO EN LA FILOSOFÍA DE
TRABAJO LEAN MANUFACTURING**

JORGE ELIECER VÁSQUEZ RINCÓN

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2015**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA EMPRESARIAL A LA
COMPAÑÍA ELIECER VÁSQUEZ JOYERÍA BASADO EN LA FILOSOFÍA DE
TRABAJO LEAN MANUFACTURING**

JORGE ELIECER VÁSQUEZ RINCÓN

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Industrial

**Directora
Heidi Patricia Camacho Grass
Magister en Ingeniería Industrial**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2015**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
1. IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA EMPRESARIAL A LA COMPAÑÍA ELIECER VÁSQUEZ JOYERÍA BASADO EN LA FILOSOFÍA DE TRABAJO LEAN MANUFACTURING	13
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2 JUSTIFICACIÓN	14
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Objetivo General.	16
1.3.2 Objetivos Específicos.	16
1.4 ALCANCE	16
2. MARCO REFERENCIAL	17
2.1 MARCO TEÓRICO	17
2.1.1 Lean Manufacturing.	17
2.1.1.1 Principios.	17
2.1.1.2 Pilares	18
2.1.1.3 Desperdicios	18
2.1.1.4 Herramientas	19
2.1.2 Indicadores de gestión	21
2.1.2.1 Procedimiento para uso de indicadores	21
2.1.2.2 Características de los indicadores	21
2.2 MARCO CONCEPTUAL	21
2.3 MARCO LEGAL Y NORMATIVO	22
2.4 MARCO HISTÓRICO	24
2.5 ANTECEDENTES	26
2.6 ESTADO DEL ARTE	27
3. METODOLOGÍA	29
4. DESARROLLO DEL PROYECTO	31
4.1 FASE DE DIAGNOSTICO	31
4.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE ELIECER VÁSQUEZ JOYERÍA	31
4.1.1.1 CARACTERIZACIÓN	31
4.1.1.2 MISIÓN	32
4.1.1.3 VISIÓN	32

4.1.1.4 TIPO DE EMPRESA	32
4.1.1.5 ACTIVIDAD ECONÓMICA	32
4.1.1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	33
4.1.1.7 ASPECTOS A RESALTAR	33
4.1.1.8 DIAGRAMA DE FLUJO ECONÓMICO	34
4.1.1.9 DIAGRAMA DE FLUJO PIEZAS CENTRIFUGADAS	35
4.1.1.10 DIAGRAMA DE FLUJO PIEZAS ARMADAS	36
4.1.1.11 PLANO	37
4.1.2 TOMA DE DATOS Y REGISTROS	38
4.1.3 Identificación de Indicadores	39
4.1.4 VSM	41
4.2 FASE DE PLANIFICACIÓN	44
4.2.1 Planificación del proyecto.	44
4.2.2 JUSTIFICACIÓN DE LA LÍNEA	46
4.3 FASE DE LANZAMIENTO	46
4.3.1 5´S	46
4.3.2 SMED	53
4.3.3 JIDOKA	54
4.3.4 LAYOUT	55
3.4 FASE DE ESTABILIZACIÓN	57
3.4.1 TPM	57
3.4.2 MRP	63
3.5 FASE DE ESTANDARIZACIÓN	65
3.5.1 POKE YOKE	65
3.6 FASE DE FABRICACIÓN EN FLUJO	67
3.6.1 KANBAN	68
3.6.2 JIT	70
3.7 RESULTADOS DEL EJERCICIO	71
4. CONCLUSIONES	76
5. RECOMENDACIONES	79
6. CRONOGRAMA	80
7. PRESUPUESTO	81
BIBLIOGRAFÍA	82

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Casa de lean manufacturing	20
Ilustración 2 Organigrama.	33
Ilustración 3 Diagrama flujo económico	34
Ilustración 4 Diagrama flujo piezas centrifugadas	35
Ilustración 5 Diagrama flujo piezas armadas	36
Ilustración 6 Plano	37
Ilustración 7 VSM ACTUAL	42
Ilustración 8 VSM FUTURO	43
Ilustración 9 Evidencia de almacenamiento seiri	47
Ilustración 10 Evidencia seiso 1	48
Ilustración 11 Evidencia seiso 2.	
Ilustración 12 Evidencia seiso 3	48
Ilustración 13 Evidencia seiso 4	
Ilustración 14 Evidencia seiso 5	49
Ilustración 15 Evidencia seiso 6	49
Ilustración 16 Evidencia seiso 7	50
Ilustración 17 Evidencia seiso 8	50
Ilustración 18 Evidencia seiso 9	
Ilustración 19 Evidencia seiso 10	50
Ilustración 20 Evidencia seiso 11	
Ilustración 21 Evidencia seiso 12	51
Ilustración 22 Evidencia seiso 13	
Ilustración 23 Evidencia seiso 14	51
Ilustración 24 Evidencia seiso 15	
Ilustración 25 Evidencia seiso 16	52
Ilustración 26 Evidencia seiso 17	
Ilustración 27 Evidencia seiso 18	52
Ilustración 28 Plano con recorridos	56
Ilustración 29 Piedras semipreciosas.	64
Ilustración 30 Yeso	64
Ilustración 31 Brocas y fresas	64
Ilustración 32 Estuches	64
Ilustración 33 Orden de producción oro	66
Ilustración 34 Orden de producción plata	66
Ilustración 35 Evidencia poke yoke	67
Ilustración 36 Evidencia kanban	70

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Normatividad de recursos naturales	23
Tabla 2 Hoja de metodología	29
Tabla 3 Tabla de desarrollo del proyecto	31
Tabla 4 Hoja de evaluación inicial	38
Tabla 5 Hoja de datos para indicadores inicial.	39
Tabla 6 Indicadores inicial.	40
Tabla 7 datos vsm inicial	41
Tabla 8 Tabla de planificación de proyecto	45
Tabla 9 Requerimientos de herramientas por operación	54
Tabla 10 Cuadro de control de existencias	63
Tabla 11 Tarjeta movable.	68
Tabla 12 Cuadro de mando.	69
Tabla 13 Datos vsm real	71
Tabla 14 VSM Real	73
Tabla 15 Hoja de datos para indicadores final	74
Tabla 16 Indicadores final	75
Tabla 17 Cronograma	80
Tabla 18 Presupuesto	81

LISTA ANEXOS

Anexo A. Acta de reunión número 1	84
Anexo B. Acta de reunión número 2	85
Anexo C. Acta de reunión número 3	86
Anexo D. Registro de encuesta Diana Vásquez	87
Anexo E. Registro de encuesta Eliecer Vásquez	88
Anexo F. Registro de encuesta Jorge Vásquez	89
Anexo G. Registro de encuesta Jairo Vásquez	90
Anexo H. Registro de encuesta Raúl Vásquez	91
Anexo I. Registro de encuesta Giovanni Delgado	92
Anexo J. Registro de encuesta Hugo Ardila	93
Anexo K. Ayuda visual capacitación 5´S	94
Anexo L. Ayuda visual capacitación smed	95
Anexo M. Ayuda visual capacitación jidoka	96
Anexo N. Ayuda visual capacitación layout	97
Anexo O. Registro de asistencia a capacitaciones	98

GLOSARIO

ACABADO Y PULIDO: Es el proceso final con el que se da por concluida la obra. Radica en el perfeccionamiento del producto para lograr éxito en el mercado. El pulido se encarga de eliminar las imperfecciones de la superficie de la pieza y posteriormente se brilla para conseguir su atractivo visual.¹

ARMADO: Es el proceso en donde se produce el ensamble de todas las piezas que conforman el artículo de acuerdo al modelo previamente determinado.²

EMBUTIDO: Se efectúa mediante prensas en las que se colocan los embutidores los cuales son ejecutados por medio de una palanca de pie. De la misma manera, es común el embutido en cubo, una operación manual que tiene como fin conseguir una forma cóncava de la pieza a la que se le aplique el proceso.³

EMPENTAGADO: Proceso mediante el cual se toman los hilos de oro y se entorchan de manera manual, con el fin de obtener distintas formas para el desarrollo de los diferentes estilos de las piezas.

ESTAMPADO: En este proceso mediante una prensa de pedal, se descarga a presión el molde o guía que se desea estampar en el metal para obtener la forma requerida en dicho metal.

FUNDICIÓN: Operación que radica en la fusión de metales para su afino, moldeo o para modificar su estructura con la combinación de otras sustancias. El oro es la materia prima básica de la joyería.

LAMINADO Y TREFILADO: Consiste en la transformación del material fundido en chapas, láminas e hilos de calibres anticipadamente establecidos. El fin de este proceso es tener listo el material para ser cortado.⁴

ORO: Presenta diferentes calidades como oro de 24 quilates (su forma más pura), 22 quilates, 18 quilates, 14 quilates y 10 quilates, todos aprovechables en la industria. El más empleado ya sea por aspectos técnicos, su maleabilidad, calidad

¹ CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y PRODUCTIVO DE JOYERÍA. Normas técnicas y guías de implementación de normas del sector joyería. ATN/ME-8533-RG. Bucaramanga: Norexport, 2007.

² MORENO TARAZONA, Ciro Alfonso. Diseño de un sistema de costos para la industria de la joyería. Trabajo de Grado Contador Público. Bucaramanga: Universidad Santo Tomas. Facultad de Contaduría Pública.

³ MORENO TARAZONA, Ciro Alfonso. Diseño de un sistema de costos para la industria de la joyería. Trabajo de Grado Contado Público. Bucaramanga: Universidad Santo Tomas. Facultad de Contaduría Pública.

⁴ CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y PRODUCTIVO DE JOYERÍA. Normas técnicas y guías de implementación de normas del sector joyería. ATN/ME-8533-RG. Bucaramanga: Norexport, 2007

y gran aceptación a nivel mundial es el oro de 18 quilates. Se logra esta calidad mediante la fundición a una temperatura de 1.063 grados centígrados, de una mezcla o aleación de oro de 24 quilates, plata de mil (pura) y cobre en la siguiente proporción: 18 partes de oro, 3 partes de plata y 3 partes de cobre; en términos de porcentaje sería 75% de oro puro, 12,5% de plata y 12,5% de cobre.

Así mismo, mediante la fundición se consiguen otros tipos de materias primas como el oro blanco, rosado y la soldadura.⁵

PERFORADO: Proceso mediante el cual se abren huecos a las piezas que así lo demanden para su posterior unión con otras piezas complementarias del mismo modelo.

PLATA: Es el segundo metal, después del oro, deseado en el mundo entero. Este metal posee grandes facilidades para trabajarlo, su punto de fusión de 961 grados centígrados es el más bajo comparado con los demás metales; fácilmente adquiere un elevado grado de pulimento; se cataloga como un metal noble debido a la gran resistencia que presenta a la mayoría de ácidos corrosivos.⁶

TROQUELADO: En esta etapa, el material adquiere las formas o figuras con las cuales van a ser armados los artículos. La máquina troqueladora es la encargada de realizar el proceso mediante discos que contienen pre impresos las figuras que se quieren obtener.

⁵ MORENO TARAZONA, Ciro Alfonso y SARMIENTO SUAREZ, Lope. Diseño de un sistema de costos para la industria de la joyería. Trabajo de Grado Contador Público. Bucaramanga: Universidad Santo Tomas. Facultad de Contaduría Pública.

⁶ MORENO TARAZONA, Ciro Alfonso y SARMIENTO SUAREZ, Lope. Diseño de un sistema de costos para la industria de la joyería. Trabajo de Grado Contador Público. Bucaramanga: Universidad Santo Tomas. Facultad de Contaduría Pública.

RESUMEN

Mediante el presente trabajo se buscaba aumentar la eficiencia del proceso productivo de la empresa Eliecer Vásquez Joyería basados en la filosofía lean manufacturing, fundamentados en una metodología escogida por su afinidad y coherencia en el uso de las herramientas lean las cuales fueron estudiadas y adaptadas a las necesidades, limitaciones y escenarios encontrados en el desarrollo de las actividades de la empresa.

Es así que se procedió a identificar los fallos en el desarrollo del objeto social, la planificación de estrategias de contención e implementación de las mismas y la medición de dichas herramientas para su posterior evaluación, identificando así, la eficiencia de la herramienta implementada en cada proceso urgido de cambios encontrados en la etapa de diagnóstico, con el objetivo de valorar la necesidad de modificar o implementar una nueva herramienta para determinado proceso.

Finalmente se recopiló la información resultante de los indicadores de los meses de junio, julio, agosto y septiembre, y se evidencio la reducción en tiempos y mejoría de aquellos indicadores que median el grado de satisfacción de los operarios respecto a su ambiente laboral, el manejo de los recursos y el cumplimiento de los compromisos con los clientes.

Palabras clave: eficiencia, filosofía, metodología, afinidad, coherencia, planificación, herramientas, cambio, indicadores, mejora.

INTRODUCCIÓN

Una de las facilidades y ventajas que ha generado el fenómeno conocido como globalización ha sido el traspaso de información y conocimiento entre las diferentes culturas que habitan el planeta, es así como los conocimientos de una fábrica automotriz americana viajaron a través de los continentes hasta llegar a Japón, convirtiéndose tiempo después en la figura de una filosofía conocida mundialmente como Lean Manufacturing, transformando cientos de compañías y sirviendo de herramienta para el crecimiento e implementación de una cultura de mejora continua de muchas otras.

Con la adaptación de esta filosofía y utilización de algunas de sus herramientas en los procesos productivos de la firma Eliecer Vásquez Joyería se busca maximizar la eficiencia del departamento de producción, con el objetivo de lograr ser una empresa líder en el sector orfebre de la ciudad de Bucaramanga, siendo a su vez, una de las primeras organizaciones de este clúster en llevar a la práctica los conocimientos de la academia a través de un estudiantes de pregrado.

Es así como se desarrollaron una serie de actividades en trabajo conjunto del estudiante, su directora y los directivos de la empresa para el ajuste de las herramientas Lean a las actividades en el desarrollo de su objeto social, siendo estas monitoreadas y evaluadas para identificar su eficacia en el perfeccionamiento de los procesos.

1. IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA EMPRESARIAL A LA COMPAÑÍA ELIECER VÁSQUEZ JOYERÍA BASADO EN LA FILOSOFÍA DE TRABAJO LEAN MANUFACTURING

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1 Descripción del Problema. En la actualidad, es notoria la facilidad con la que las personas pueden tener contacto con seres queridos con quienes se encuentran distanciados, dirigir y cerrar negociaciones, así como la compra de bienes y adquisición de servicios a los cuales antiguamente era complicado acceder, este fenómeno conocido como globalización se refleja en procesos tecnológicos, sociales y culturales, entre otros, pero para efectos del presente trabajo se enfocará en el efecto que se ha generado en la economía.

Este proceso de globalización económico ha concebido un alto nivel de competitividad en las empresas, en especial en aquellas que cuentan con un musculo económico que les permita innovar tanto en sus productos como en la forma de realizar sus procesos productivos, administrativos y de investigación.

Es necesario para las empresas colombianas que se adapten rápidamente a los cambios que propone el entorno y más cuando el país ha incursionado en tratados de libre comercio con otros estados pues aunque facilita la posibilidad de exportar productos y reduce los costos de materias primas que provengan del exterior, también aumenta la competitividad debido a la llegada de nuevas empresas al país con las cuales se genera una necesidad de estar a la vanguardia para seguir subsistiendo y no dejar que los bajos precios con los que estas compañías, en muchos casos multinacionales, llegan a competir, entre otras amenazas que se generan para estas industrias locales las cuales posiblemente los lleven a una inminente desaparición.

La mayor parte de la industria de la joyería en Colombia, así como en muchas empresas industriales del país, desarrollan a diario sus labores de una manera a la que podríamos denominar artesanal puesto que sus procesos son en su mayoría manuales, esto no quiere decir que sean obsoletos pero esta manera de laborar, si influye en los resultados que obtienen las organizaciones al compararse con otras compañías que tienen procesos automáticos que les permiten elaborar mayores lotes de producción en menos tiempo. Cabe resaltar que esta forma de desarrollo del objeto social, es bien percibida por los consumidores quienes aprecian las piezas producidas con altos estándares de calidad y con la promesa de haber sido elaboradas de carácter manual, puesto que en la joyería no solo se fabrican bienes, es así mismo una forma de expresión del arte de los especializados en esta forma de articular sus cualidades manuales, es por esto que gran cantidad de los productos con mayor exclusividad en el mundo, son de la misma forma, exclusivos por su elaboración manual (autos, joyas, vestuario).

Una de las metodologías que surgen como respuesta a las necesidades de estas industrias artesanales es la filosofía japonesa Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta), una metodología que observa, analiza, evalúa y propone cambios a los procesos productivos de las compañías, ayudando así, a que las desventajas tecnológicas con su competencia reduzcan su impacto negativo, mejorando la productividad de las empresas que la adoptan.

Eliecer Vásquez Joyería es una de estas empresas orfebres que ve la necesidad de cambios urgentes como la implementación de nuevas metodologías (Lean Manufacturing) para seguir estando a la vanguardia y poder competir con otras empresas dedicadas a su mismo objeto social, las cuales ya han incursionado en la implementación de nuevas técnicas y el uso de nuevas tecnologías para el aumento de sus beneficios teniendo así, una ventaja competitiva sobre la empresa en estudio que está siendo evidente en algunos de los resultados económicos negativos de la compañía.

Hoy por hoy algunos de los inconvenientes que se presentan en la empresa según su gerente general, son incumplimientos en las fechas pactadas para la entrega de productos terminados, una parte de los productos terminados son devueltos por no cumplir con las especificaciones pactadas en el momento de la respectiva compra, no existe un control de materias primas y no es posible llevar un control de existencias lo cual genera retrasos y paros en la producción haciendo evidente la necesidad de implementar controles y nuevas prácticas de inspección y manejo en los procesos y materiales que den un nuevo rumbo a la organización.

1.1.2 Formulación del problema. ¿Cómo mejorar el proceso productivo de la empresa Eliecer Vásquez Joyería a partir de técnicas y herramientas de la filosofía de trabajo Lean Manufacturing?

1.2 JUSTIFICACIÓN

La justificación del proyecto se basa en la oportunidad que tiene el estudiante para llevar los conocimientos adquiridos en la academia a la práctica, enfrentándose a situaciones reales de la vida cotidiana en las cuales se deja a un lado aquellos escenarios utópicos y se encuentra de cara a una serie de problemas a los que tendrá que dar respuesta con ayuda de los saberes que obtuvo en su paso por la vida universitaria así como la ayuda de las herramientas de la metodología con la cual trabajará.

El estudiante tendrá que realizar un diagnóstico de la empresa Eliecer Vásquez Joyería, empresa con la cual trabajará de la mano para el mutuo beneficio de las partes, para determinar el estado en el cual se encuentra la organización, analizar el escenario en el cual trabajara, identificar los pro y contra de la forma como a diario se realizan las labores en la empresa, documentarse acerca de la

metodología escogida a implementar, diseñar soluciones a los problemas encontrados en base a las técnicas de la metodóloga y finalmente aplicar las soluciones propuestas para evidenciar un cambio positivo en la organización.

Como se mencionó anteriormente, la empresa al dar la oportunidad a estudiantes de pregrado para realizar estudios, mejoras y cualquier tipo de proyecto, no solo contribuye con la formación y el pulimento de los futuros profesionales quienes estarán encargados del progreso de las industrias y así mismo del país, sino que también recibe un beneficio al contar con una evaluación de su organización, la forma en cómo se desarrollan las funciones y la recepción de propuestas hechas por los graduandos con el fin de optimizar dichas funciones, propuestas que a fin de cuentas, se traducen en un beneficio económico para la compañía, beneficio el cual es bien recibido por cualquier compañía.

Eliecer Vásquez Joyería es una empresa que tiene un gran potencial y vale la pena estar en pro de su crecimiento en busca de una sostenibilidad que permita a sus propietarios tener una estabilidad económica importante, ya que la industria de las joyas es una industria que atrae de manera especial a consumidores con altos niveles de ingresos económicos y que brinda a cualquier persona que desee adquirir cualquier pieza, un beneficio adicional como lo es la valorización de la inversión hecha en la compra (si es en metales preciosos, en especial el oro) ya que a diferencia de otros bienes de consumo, su precio no se desvaloriza, si no que por el contrario, puede llegar a aumentar su valor con el pasar del tiempo.

Así mismo, las joyas que produce la firma, son una expresión artística bien recibida por los consumidores y que con su respaldo de hecho a mano, genera en las personas, el querer poseer una pieza con tales características siendo una oportunidad de ingresos importante para cualquier persona si es desarrollada su actividad de manera correcta.

Del mismo modo, este proyecto servirá como ayuda para las empresas del sector orfebre en Bucaramanga ya que no se cuenta aun, con un tipo de estudio de este tipo que pueda llegar a brindar una guía a aquellas compañías que deseen implementar algún tipo de mejora, dejando claro que para cada empresa la situación y estrategias serán diferentes, pero se podrá basar en la estructura global del proyecto final.

Finalmente, este trabajo es una oportunidad para el director y los evaluadores del proyecto para conocer uno de los procesos de uno de los sectores más representativos del departamento y de la ciudad como lo es el sector orfebre, así como la visualización de la aplicación de una metodología como lean manufacturing a esta industria orfebre, siendo un escenario que se presta para este tipo de estudios.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General. Implementar un plan de mejora a la firma Eliecer Vásquez Joyería con base en la filosofía Lean Manufacturing, con el fin de obtener la mejor utilización de sus recursos y la eliminación de actividades que no generen valor.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Diagnosticar el estado actual de la organización mediante el uso de herramientas apropiadas para priorizar los despilfarros en los procesos de la empresa Eliécer Vásquez Joyería.
- Diseñar un plan de mejora de acuerdo a los problemas identificados y priorizados para determinar planes de acción en la empresa Eliécer Vásquez Joyería.
- Implementar las acciones de mejora en los procesos empleando herramientas de Lean Manufacturing para la mejora de los procesos de la empresa Eliécer Vásquez Joyería.
- Evaluar la mejora en los procesos de la empresa Eliécer Vásquez Joyería a través de indicadores de gestión.

1.4 ALCANCE

El presente proyecto se aplicará a la empresa Eliecer Vásquez Joyería identificada con NIT: 1098701324-7, empresa perteneciente al sector orfebre de la ciudad de Bucaramanga ubicada en la calle 34 Número 18-61 oficina 307 en el centro de la misma ciudad.

Se realizará un plan de mejora empresarial con base en la metodología Lean Manufacturing a la mencionada firma en los procesos concernientes a la transformación de las materias primas, producción y terminación del producto, hasta el proceso de despacho de producto terminado.

El proyecto contará con el compromiso de toda la organización así como el compromiso del estudiante aspirante al título de Ingeniero Industrial y el apoyo de un director asignado con conocimientos acerca del tema a tratar.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Lean Manufacturing. Para el termino de Lean manufacturing o Manufactura Esbelta, aun no se tiene una definición patrón por la cual se puedan guiar los interesados en esta filosofía. Son variadas las definiciones que algunos autores se atreven a postular, aunque todas apuntan los mismos patrones, unos principios, el ataque a unos despilfarros y unas herramientas de ayuda para su ejecución.

Autores como Rajadell y Sanchez⁷ establecen que el Lean Manufacturing tiene como objetivo la el logro de una mejora del sistema productivo a través de la eliminación de despilfarro (desperdicio), mediante el uso de herramientas desarrolladas en Japón inspiradas en parte en los principios de Deming, tales como TPM, 5S, SMED, Kanban, Kaizen, Heijunka, Jidoka, entre otras.

2.1.1.1 Principios. Según Jeffrey Liker⁸, existen 14 principios que ayudan a sostener el modelo de producción Toyota, los cuales se presentan a continuación:

- Tener una filosofía a largo plazo para las decisiones administrativas sin prescindir de los objetivos financieros de mediano y corto plazo.
- Tener una producción tipo “Pull” para evitar el inventario de producto terminado, es decir, la orden de producción se genera con el pedido del cliente.
- Establecer un flujo continuo en la totalidad de los procesos.
- Generar una cultura organizacional en la cual los operarios se detengan a arreglar los problemas, para alcanzar la calidad a la primera vez.
- Nivelar las cargas de trabajo.
- Implementar un control visual.
- Tener las tareas estandarizadas en la organización.
- Delegar cabecillas que lideren los procesos.
- Desarrollar recurso humano y maquinaria acordes a la filosofía de la empresa.
- No utilizar tecnología que no haya sido probada con anterioridad.
- Perseguir el aprendizaje mediante la reflexión y el mejoramiento continuo.
- relaciones estrechas con socios y proveedores.
- Mirar por sí mismo las situaciones.
- Toma de decisiones por consenso.

⁷ RAJADELL, Manuel. SANCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Madrid. Ediciones Díaz de Santos. 2010. 260 p. ISBN 978-84-7978-515-4 (Versión electrónica).

⁸ LIKER, Jeffrey K. The Toyota Way. New York. McGraw-Hill. CWL Publishing Enterprises, Inc. 2004. ISBN-0-07-139231-9.

2.1.1.2 Pilares. Los pilares del Lean Manufacturing son:

- La filosofía de la mejora continua.
- El control total de la calidad.
- La eliminación del despilfarro.
- El aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor
- La participación de los operarios.

2.1.1.3 Desperdicios. De igual forma, la manufactura esbelta tiene como objetivo la eliminación de mudas o despilfarros. El despilfarro es definido por Rajadell y Sanchez como “todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar”⁹, para tal efecto, se han agrupado en siete categorías dentro de las cuales se encuentran¹⁰:

- Defectos: se genera cuando los productos no cumplen con las especificaciones de clientes.
- Inventario: es generado por la acumulación de productos terminados, productos en proceso, materias primas los cuales generan costos de almacenamiento.
- Espera: se produce al no estar nivelada la línea y algunos procesos que se realizan con mayor rapidez, tiene que esperar a otros más lentos para seguir con el proceso de producción.
- Reproceso: ocurre cuando los productos cuentan con algunas imperfecciones y tienen que volver a ser procesados para el perfeccionamiento del mismo.
- Transporte: se relaciona con el transporte de materiales innecesariamente, generando costos que aumentan el valor del producto final.
- Movimiento: se le atribuye al desperdicio que se genera con los movimientos innecesarios de los trabajadores a causa de una mala distribución de planta.
- Sobreproducción: se ocasiona al producir productos que no han sido ordenados por los clientes. Generan costos de almacenamiento.

⁹ RAJADELL. Op cit p 2.

¹⁰ VELÁSQUEZ RODRÍGUEZ, Oscar Fabián. Enverdecimiento de la cadena de abastecimiento en las empresas manufactureras bogotanas. Tesis Magister en Ingeniería Industrial. Bucaramanga: Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingenierías de Sistemas e Industrial. Facultad de Ingeniería.

2.1.1.4 Herramientas. A continuación se presentan las técnicas y herramientas de Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) más relevantes para el propósito del presente trabajo¹¹:

- **Flujo:** El objetivo de esta técnica es que el valor fluya a través de los procesos y este se genere desde la orden de compra del cliente hasta la entrega al mismo (el cliente).
- **Justo a tiempo:** Esta herramienta se fundamenta en la exactitud de los tiempos y recursos que se necesitan para el desarrollo de las funciones en el momento indicado.
- **Heijunka:** Lo que busca esta técnica es la nivelación de la demanda que generan los clientes a la producción que maneja la empresa mediante una programación que tenga en cuenta estos cambios y maneje los volúmenes de producción de acuerdo a ellos.
- **Kaizen:** Se basa en generar una filosofía de mejora continua. No existe una empresa perfecta.
- **5 S's:** Consiste en implementar cinco actividades que buscan obtener un mejor ambiente laboral para los empleados y directivos y facilite el control de la compañía.
- **Flujo de una pieza:** se basa en reducir los lotes de producción en busca de la producción pieza por pieza.
- **Jidoka:** busca eliminar los defectos mediante sistemas automatizados de prueba y error.
- **Mapeo del flujo de valor:** Identifica la secuencia del total de actividades que se desarrollan a lo largo del flujo de valor en forma específica.
- **Kaikaku:** Mejora radical para eliminar desperdicios.
- **Hoshi Kanri:** Enfoca los recursos en aquellas mejoras que realmente aportan hacia el cumplimiento de los objetivos empresariales. Esta herramienta estratégica permite medir el avance de los objetivos mediante indicadores.

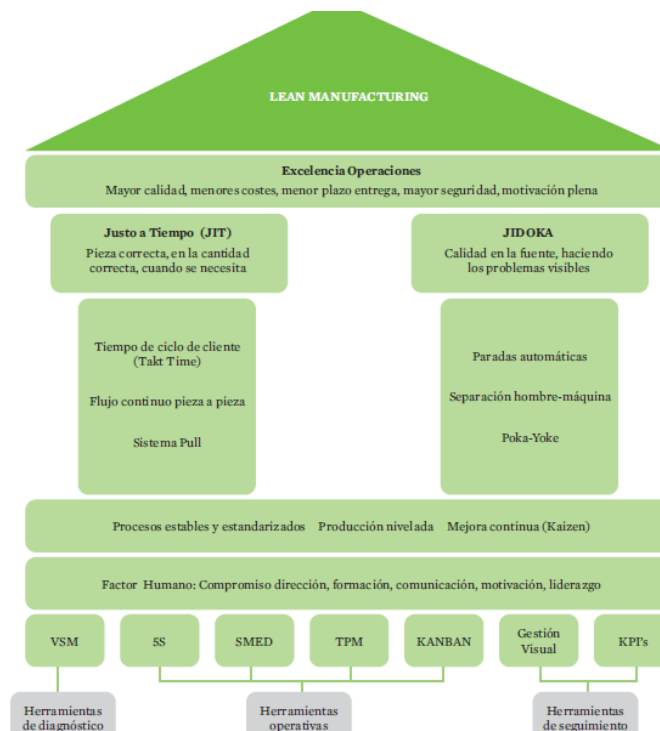
¹¹ ORTEGA GONZÁLEZ, Marcos Daniel. Propuesta de reorganización del sistema productivo de la planta 2 de industrias PARTMO S.A bajo los lineamientos de lean manufacturing .Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, 2013. 118p.

- **SMED:** vela por la disminución de tiempos en el cambio de un proceso a otro.
- **VSM:** Muestra de manera visual, la cadena de flujo de valor de un producto, identificando tiempos de proceso, de cambio de herramienta y tiempo muerto.
- **Mantenimiento Productivo Total (TPM):** vela por la ejecución de los mantenimientos preventivo, predictivo y correctivo de la maquinaria de la empresa.

Casa de Lean Manufacturing.

En la ilustración que se muestra a continuación se puede apreciar el resultado de la correcta implementación de las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing teniendo como bases los valores empresariales, la estabilidad de la producción la estandarización de la misma, utilizando como pilares la calidad y la perfecta coordinación de materiales y actividades consiguiendo así, aumentar su productividad con menores costos y la eliminación del despilfarro.

Ilustración 1 Casa de lean manufacturing



Fuente: HERNÁNDEZ MATÍAS, Juan Carlos y VIZÁN IDIOPE, Antonio. Libro de lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implementación. Dirigido por Eduardo

Lizarralde y Enrique Ferro. 1 ed. Madrid: Fundación EOI, 2013. 178 p. ISBN 978-84-15061-40-3.

2.1.2 Indicadores de gestión. Según Amado Salgueiro en su libro Indicadores de Gestión y Cuadro de Mando¹² para que un proceso se lleve a cabo con éxito se requiere medición y seguimiento ya que no se puede administrar lo que no se puede medir teniendo claro que los indicadores siempre serán el medio para llegar al fin.

Es importante medir rendimiento y satisfacción de los clientes tanto internos (eficiencia) como externos (eficacia) para encontrar posibles problemas que se estén presentando y proporcionar respuesta para el cambio de esta situación así como un mejor control de la compañía.

Para el uso de indicadores los recursos a utilizar pueden ser talento humano, información, dinero, materiales, métodos y tiempos.

2.1.2.1 Procedimiento para uso de indicadores. Una vez se ha recopilado la información de la empresa se determinan las variables claves de los procesos, seguidamente se establecen metas u objetivos a conseguir para finalmente medir el cumplimiento de dichos objetivos con el uso de los indicadores establecidos.

2.1.2.2 Características de los indicadores. Los indicadores de gestión deben cumplir con ciertas características las cuales son:

- Debe ser permanente en periodo de tiempo
- Debe ser módico en tiempo y recursos.
- Para comprender lo que se pretende medir debe ser de fácil medida.
- Debe existir facilidad para tomar datos a tiempo.
- Debe proporcionar facilidades para la participación de los usuarios.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

Para efectos del presente trabajo se trabajará de la mano con la definición postulada por Rajadell y Sanchez¹³ quienes afirman que la filosofía de trabajo Lean manufacturing es una filosofía que mediante la aplicación de una serie de herramientas como los son 5'S, SMED, JIDOKA, LAYOUT, POKE JOKE,

¹² SALGUEIRO ANABITARE, Amado. Indicadores de gestión y cuadro de mando. Ediciones días de santos, S.A. 2001 Madrid, España. ISBN 84-7978-492-X.

¹³ RAJADELL, Manuel. SANCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Madrid. Ediciones Díaz de Santos. 2010. 260 p. ISBN 978-84-7978-515-4 (Versión electrónica).

KANBAN, JIT, se conseguirá la eliminación de desperdicios de tiempo y de materiales.

Así mismo, se comparte la afirmación de Amado Salguero¹⁴ quien postula que se es imposible evaluar lo que no se puede medir y es por esta razón que se adoptaran los como materia prima para la construcción y medición de los indicadores, el recurso humano y recursos materiales de la empresa siguiendo los pasos y recomendaciones mencionadas en el marco teórico del presente trabajo.

2.3 MARCO LEGAL Y NORMATIVO

En el sector orfebre, la norma técnica NTSJ sectorial colombiana, es la norma encargada de establecer estándares para la producción de artículos elaborados con metales preciosos, elaborada con el fin de brindar a los consumidores un producto de alta calidad.¹⁵

Actualmente, el Centro de Desarrollo Tecnológico y Productivo de Joyería (CDTPJ) trabaja en proyectos que buscan la elaboración de normas y procesos que regulen con mayor rigidez la certeza de la pureza de los metales que se comercializan en el mercado.

Respecto a la normatividad a la cual la empresa debe acogerse se destacan la ley 1429 del 29 de diciembre de 2010¹⁶ y el decreto 545 de 2011¹⁷ los cuales velan por la formalización y generación de empleo de las empresas, brindando una serie de garantías, lo cual certifica la legalidad del objeto social de la compañía, así, como el cumplimiento de los requisitos establecidos en la ley 232 de 1995¹⁸ su decreto reglamentario 1879 de 2008¹⁹ y decreto municipal 011 de 2010.

¹⁴ SALGUEIRO ANABITARE, Amado. Indicadores de gestión y cuadro de mando. Ediciones días de santos, S.A. 2001 Madrid, España. ISBN 84-7978-492-X.

¹⁵ CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y PRODUCTIVO DE JOYERÍA. Normas técnicas y guías de implementación de normas del sector joyería. ATN/ME-8533-RG. Bucaramanga: Norexport, 2007.

¹⁶ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1429. (29, diciembre, 2010). Por la cual se expide la Ley de Formalización y Generación de Empleo. Diario Oficial. Bogotá D.C, 2010. No 47937.

¹⁷ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Decreto 545. (25, febrero, 2011). Por la cual se reglamentan los artículos 5, 7, 48 y 50 de la ley 1429 de 2010. Bogotá D.C.: Ministerio, 2011. 6p.

¹⁸ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 232. (26, diciembre, 1995). Por medio de la cual se dictan normas para el funcionamiento de los establecimientos comerciales. Diario Oficial. Bogotá D.C, 1995. No 42162.

¹⁹ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Decreto 1879. (29, mayo, 2008). por el cual se reglamentan la Ley 232 de 1995, el artículo 27 de la Ley 962 de 2005, los artículos 46, 47 y 48 del Decreto Ley 2150 de 1995 y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá D.C, 2008. No 47004.

De igual manera se adjuntan en la siguiente tabla los lineamientos que hacen referencia a los recursos con los cuales la empresa interactúa en el desarrollo de sus labores diarias.

Tabla 1 Normatividad de recursos naturales

RECURSO	NORMATIVIDAD
AIRE	DECRETO 948 DE 1995 (junio 5). Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. El presidente de la república de Colombia, en ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, en especial de la que trata el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política y de las atribuidas por la Ley 23 de 1973, el Decreto-Ley 2811 de 1974, la Ley 9 de 1979 y la Ley 99 de 1993. DECRETA: Reglamento de protección y control de la calidad del aire. Posteriormente, El decreto 2107 DE 1995 (noviembre 30) realiza unas modificaciones parciales al Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.²⁰
AGUA	Decreto 1594 de 1984 Normas de vertimientos de residuos líquidos Art. 1 a 21 Definiciones. Art. 22-23 Ordenamiento del recurso agua. Art. 29 Usos del agua. Art. 37 a 50 Criterios de calidad de agua Art. 60 a 71 Vertimiento de residuos líquidos. Art. 72 a 97 Normas de vertimientos. Art. 142 Tasas retributivas. Art. 155 procedimiento para toma y análisis de muestras. Decreto 79 de 1986, Conservación y protección del recurso agua. Ley 99 de 1993, Art. 10,11 ,24 ,29: Prevención y control de contaminación de las aguas. Tasas retributivas. Documento CONPES 1750 de 1995, Políticas de manejo de las aguas. Decreto 901 de 1997, Tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a cuerpos de agua.²¹
SUELO	Ley 1159 (Septiembre 20 /2009) Por medio de la cual se

²⁰ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Normatividad ambiental y sanitaria. En línea. http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm

²¹ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Normatividad ambiental y sanitaria. En línea. http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm

	aprueba el Convenio de Rotterdam para la aplicación del procedimiento de consentimiento fundamentado previo a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos, objeto de Comercio Internacional. Ley 1252 (Noviembre 27/2008) Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones. Ley 430 Enero 16/ 1998 Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones. Ley 253 (Enero 9/ 1996) Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, hecho en Basilea el 22 de marzo de 1989.²²
--	--

Fuente: Autor del proyecto

2.4 MARCO HISTÓRICO

A continuación se presenta la reseña histórica de la manufactura esbelta según información tomada del libro Manual de Lean Manufacturing de Alberto Villaseñor contreras junto con Edber Galindo Cota²³ y el libro The Toyota Way de Jeffrey K. Liker²⁴.

En los años 90, si una persona deseaba adquirir un vehículo, debía acercarse a la fábrica de algún productor quien recibía las características con las cuales el comprador deseaba se elaborara su automotor, unos cuantos meses después, dicha persona se acercaba hacer la prueba y las correcciones al respectivo vehículo.

Esta forma de producción se caracterizaba por hacer carros que no se repetían a un alto costo que solo las familias adineradas se daban el gusto de tener. Así mismo los volúmenes de producción eran bajos ya que para cada producción el diseño variaba.

²² MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Normatividad ambiental y sanitaria. En línea. http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm

²³ VILLASEÑOR CONTRERAS, Alberto y GALINDO COTA, Edber. Manual de Lean Manufacturing. 1 ed. México DF. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Moterrey. 2007. ISBN-13:978-968-18-6975-5

²⁴ LIKER, Jeffrey K. The Toyota Way. New York. McGraw-Hill. CWL Publishing Enterprises, Inc. 2004. ISBN-0-07-139231-9.

Esa producción de tipo artesanal hoy por hoy aún se encuentra en algunas empresas que en su mayoría se dedican a la fabricación de artículos de lujo (Ferrari, Lamborghini, etc.).

De esta manera podemos contextualizar a grandes rasgos lo que fue conocida como la época dorada de la producción artesanal.

Fred Winslow Taylor quien en Filadelfia se desempeñaba como gerente de fundición, convirtió el proceso de fundición a la producción en masa y mediante la observación de los expertos en el tema, establece “la mejor forma de hacer las cosas” creando así, la ingeniería industrial.

En 1908 Henry Ford con su modelo T “el auto ideal”, logra la producción en masa mediante la estandarización de piezas y algunas innovaciones en herramientas y equipos, así como la estandarización de las labores de sus empleados siguiendo el modelo de Taylor, generando grandes ahorros de tiempo y dinero.

En 1894 Sakichi Toyoda un visionario e inventor, inicia la fabricación de telares manuales los cuales eran económicos pero a su vez requerían de mucho trabajo pero tiempo después consigue crear una máquina que lograba tejer la tela. Más tarde fundó la empresa Toyoda Automatic Loom Works.

Ya en 1930 Sakichi en compañía de su hijo inician la construcción de Toyota Motor Company. Lo que realmente buscaba Sakichi era que su hijo Kiichiro dejara huella en la industria mundial así como él lo había realizado con sus máquinas de hilar.

Después de la Segunda Guerra Mundial, Kiichiro renuncia como muestra de su fidelidad a la filosofía de pensar a largo plazo por el bien de la compañía, aunque todos saben que eran problemas que se salían de sus manos como consecuencias de la guerra. En ese momento Eiji Toyoda, primo de Sakichi es quien toma el mando de la compañía.

Eiji Toyoda después de un viaje a Estados Unidos, regresa con la idea de igualar la productividad de la pequeña Toyota con la productividad de Ford. Toyota no contaba con la capacidad de ensamble de Ford ni con su mercado pero si deseaba contar con su filosofía de flujo continuo.

Fue así que Toyota fue tomando algunas filosofías americanas como el “sistema jalar”, el justo a tiempo, el principio de Deming con respecto a los clientes internos y externos y su ciclo planear-hacer-revisar-actuar como base de su Kaizen (filosofía de mejoramiento continuo).

2.5 ANTECEDENTES

De igual forma, de los documentos de grado DISEÑO DE UN SISTEMA DE COSTOS PARA LA INDUSTRIA DE LA JOYERÍA elaborado por Ciro Alfonso Moreno Tarazona y Lope Sarmiento Suarez²⁵ y CREACIÓN DE UN MARCO REFERENCIAL PARA EL MONTAJE DE UN ACUERDO EXPORTADOREN EL SECTOR DE JOYERÍA DEL DEPARTAMENTO DE SANTANDER²⁶ elaborado por Luz Marina Beltrán Lozano, Cristal del mar Castro Díaz y Henry Fabián Pardo Luna, se recopila y se muestra a continuación una reseña de la historia de la joyería.

A través de la evolución de la humanidad, la industria de la joyería ha tenido un papel muy importante y data desde los tiempos en que el hombre empieza a dominar el arte de trabajar los metales y es debido a esto que se convierte en un índice de cultura para los pueblos, siendo el pueblo de civilización con mayor avance el que ha demostrado mayor belleza y perfección en sus joyas.

Ya en la antigua civilización Mesopotámica, el oro era el metal más codiciado para la elaboración de trabajos decorativos y la orfebrería era desarrollada con maestría. En Babilonia el oro abundaba y era común hacer estatuas, utensilios y adornos de templos y edificios con este metal. Con el paso de los años, en los pueblos creció la codicia por el metal razón por la cual se inician conquistas e invasiones a tierras extranjeras.

La necesidad de España por adquirir más oro, origina los viajes de Cristóbal Colón con la intención de nuevas rutas a India encontrando así, América y a consecuencia de dicho descubrimiento se dan las conquistas de los imperios Incas y Aztecas, entre otros, los cuales se convertirían en los proveedores de oro para toda Europa.

Los altos niveles de oro que llegaban al viejo continente generaron cambios en la industria, el comercio y la forma de vida misma de la sociedad del viejo mundo. A pesar del descubrimiento, España no fue la gran beneficiada de dicha cosecha como se creería, puesto que su manejo pasó a manos de los banqueros.

En el siglo IX se da la verdadera “fiebre de oro” iniciando con la explotación de las minas Urales del Zar y destacándose el descubrimiento del depósito de oro más grande del mundo en África del sur.

²⁵ MORENO TARAZONA, Ciro Alfonso y SARMIENTO SUAREZ, Lope. Diseño de un sistema de costos para la industria de la joyería. Trabajo de Grado Contador Público. Bucaramanga: Universidad Santo Tomas. Facultad de Contaduría Pública

²⁶ BELTRÁN LOZANO, Luz Marina; CASTRO DIAZ, Cristal del mar y PARDO LUNA, Henry Fabián. Creación de un marco referencial para el montaje de un acuerdo exportador en el sector de la joyería del departamento de Santander. Trabajo de grado Profesional Comercio Exterior. Bucaramanga: Universidad Santo Tomas. Facultad de Negocios Internacionales.

De esta manera se convierte el oro en instrumento de poder monetario y su uso se sintetiza en especial al ramo de las joyas.

En Colombia desde la época precolombina, la industria de la joyería se ha trabajado con notable maestría generando piezas de notable belleza y valor, siendo prueba de esto la sin igual colección que posee el Museo de Oro del Banco de la República.

Es preciso resaltar que en las empresas orfebres de Bucaramanga existen dos sistemas de producción. El centrifugado que es un proceso en su mayor parte mecánico y está basado en la hechura de moldes especiales de parafina. Los productos centrifugados se basan en aretes, anillos y dijes.

El otro sistema es el armado que consiste en la preparación de los metales para la posterior elaboración de los mismos con mano de obra especializada la cual desarrollara la mayor parte del proceso de manera artesanal, utilizando la ayuda de algunas máquinas para el perfeccionamiento de las piezas al final del proceso.

Es hasta hace relativamente poco tiempo que se ha diseñado maquinaria especializadas para el desarrollo de esta labor.

En la actualidad el mercado nacional se centra en Bucaramanga, Medellín, Bogotá, Cali y Barranquilla que en su orden son los centros que más generan actividad de producción y comercialización de joyas por el número de establecimientos inscritos en las respectivas cámaras de comercio.

2.6 ESTADO DEL ARTE

Con respecto a la evolución de la metodología de la manufactura esbelta en el sector de la joyería no se encuentran registros de algún proyecto aplicado a alguna empresa orfebre ya sea porque aún no se ha realizado este proyecto o bien sea por el grado de confidencialidad de las empresas que lo hayan desarrollado, quienes no desean publicar y evidenciar su aplicación y resultados. De igual manera con respecto a empresas en el exterior, no se encuentran evidencias de algún proyecto basado en la metodología de la manufactura esbelta aplicado al sector orfebre, aunque no se descarta que ya se haya realizado, se presume según expertos que estas grandes industrias se limitan este tipo de información para uso y beneficio de sí mismas.

Por otra parte, se han realizado algunos proyectos con base en esta misma metodología (Lean manufacturing) que se presentan a continuación en industrias con procesos similares al de la firma Joyas Eliecer Vásquez.

En el proyecto realizado por María Fernanda Sierra González titulado *DOCUMENTACIÓN, DIVULGACIÓN E IMPLEMENTACIÓN EN SUS PRIMERAS ETAPAS DE LAS DIFERENTES DISCIPLINAS DEL SISTEMA DE MANUFACTURA ESBELTA EN LA PLANTA N°3 DE LA PRODUCTORA DE EMPAQUES FARMACÉUTICOS “PROENFAR S.A.”* se buscaba establecer un cambio en la manera de realizar las labores en aras de reducir los atrasos en la programación y aumentar la eficiencia y productividad de la planta.

Se desarrolló un análisis y diagnóstico de la situación en la cual se encontraba la planta, se definieron programas basados en las técnicas contempladas por la metodología, seguido de la divulgación e implementación de los mismos, para finalmente realizar una evaluación y seguimiento de los cambios efectuados.²⁷

Así mismo, en la tesis *PROPUESTA DE REORGANIZACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA PLANTA 2 DE INDUSTRIAS PARTMO S.A BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LEAN MANUFACTURING* realizada por Marcos Daniel Ortega González, se buscaba obtener nuevas alternativas para reorganizar el sistema productivo de industrias Partmo S.A mediante las herramientas de lean manufacturing transformando su sistema de producción mediante la creación y propuestas de aplicación de celdas de manufactura.²⁸

²⁷ SIERRA GONZÁLEZ, María Fernanda. Documentación, divulgación e implementación en sus primeras etapas de las diferentes disciplinas del sistema de manufactura esbelta en la planta n°3 de la productora de empaques farmacéuticos “PROENFAR S.A.”. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, 2005. 168p.

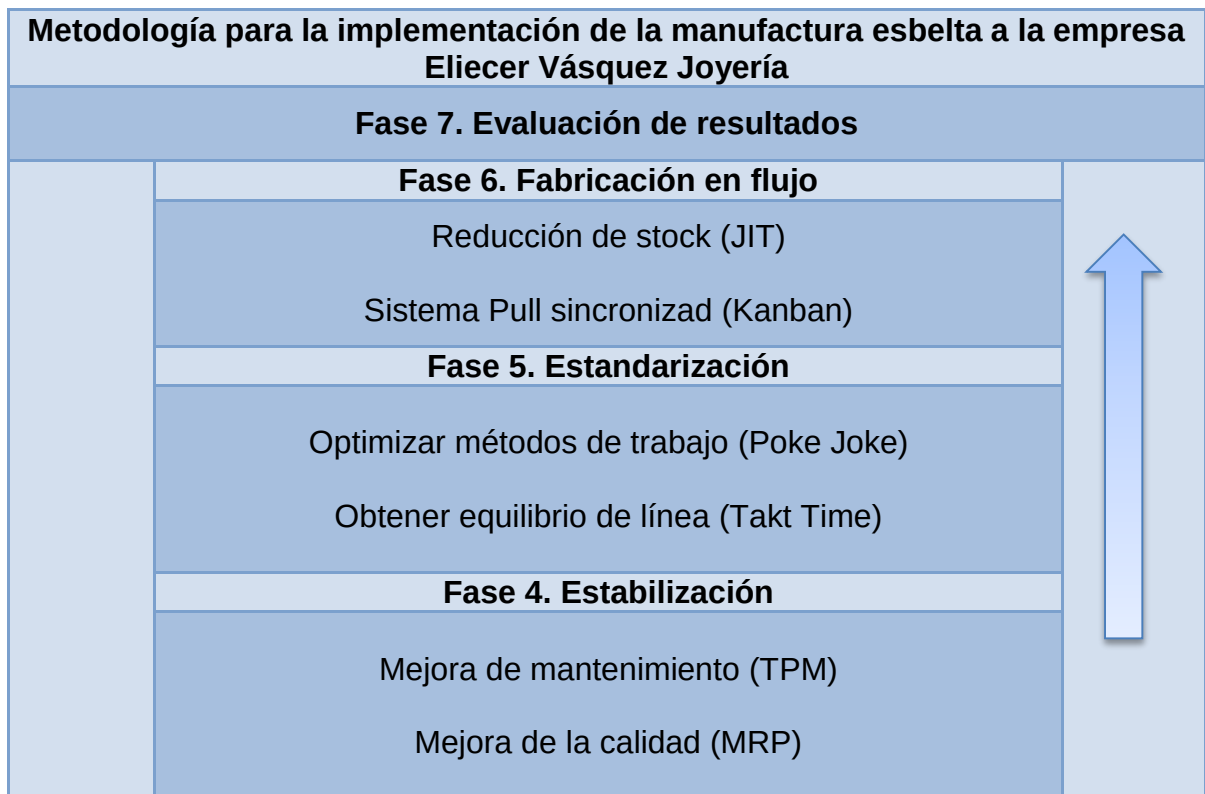
²⁸ ORTEGA GONZÁLEZ, Marcos Daniel. Propuesta de reorganización del sistema productivo de la planta 2 de industrias PARTMO S.A bajo los lineamientos de lean manufacturing .Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, 2013. 118p.

3. METODOLOGÍA

Con base en los textos METODOLOGÍA PARA IMPLANTAR EL SISTEMA DE MANUFACTURA ESBELTA EN PYMES INDUSTRIALES MEXICANAS²⁹ y LEAN MANUFACTURING, CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN³⁰ se desarrolló la siguiente metodología para abarcar los aspectos más relevantes de los procesos productivos de la organización de los cuales se esperaba obtener mejor rendimiento.

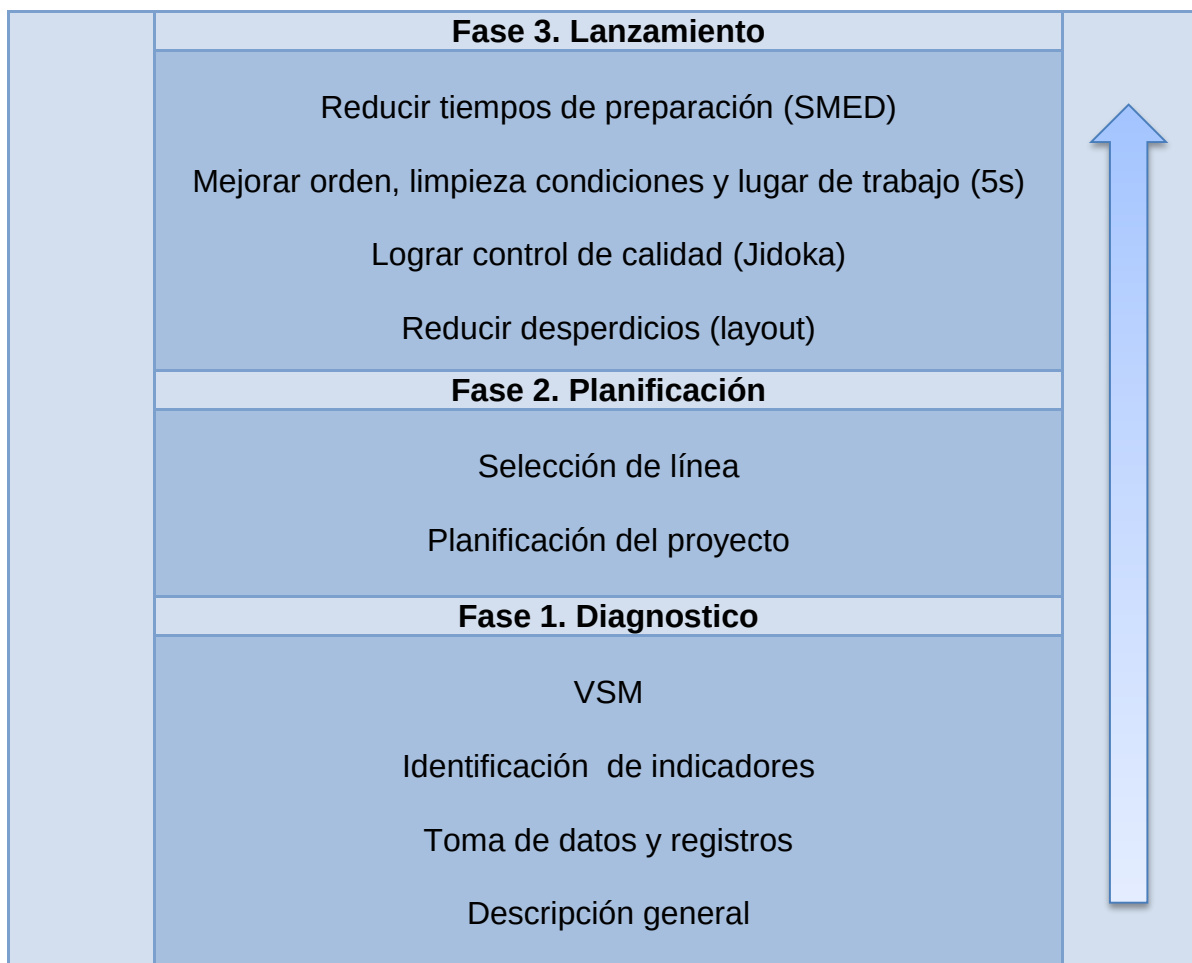
Es de esta manera que se seleccionaron aquellas herramientas y métodos compatibles con el desarrollo de las actividades de la empresa enfocándose solo en las cuales se pudiesen desarrollar a corto plazo y que fuesen económicamente viables para la empresa con el objetivo de poder llevar a la práctica, todas las actividades elaboradas en el estudio y desarrollo teórico del proyecto.

Tabla 2 Hoja de metodología



²⁹ NIÑO LUNA, Luis Fernando. BEDNAREK, Mariusz. Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en pymes industriales mexicanas. En: Ideas Consyteg. Noviembre, 2010. Vol. 5, no. 65, 24 p.

³⁰ HERNÁNDEZ MATÍAS, Juan Carlos y VIZÁN IDIOPE, Antonio. Libro de lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implementación. Dirigido por Eduardo Lizarralde y Enrique Ferro. 1 ed. Madrid: Fundación EOI, 2013. 178 p. ISBN 978-84-15061-40-3.



Fuente: Autor del proyecto basado en HERNÁNDEZ MATÍAS, Juan Carlos y VIZÁN IDIOPE, Antonio. Libro de lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implementación. Dirigido por Eduardo Lizarralde y Enrique Ferro. 1 ed. Madrid: Fundación EOI, 2013. 178 p. ISBN 978-84-15061-40-3.

4. DESARROLLO DEL PROYECTO

Tabla 3 Tabla de desarrollo del proyecto

OBJETIVO	Fases	Resultado	Pagina
Diagnosticar el estado actual de la organización mediante el uso de herramientas apropiadas para priorizar los despilfarros en los procesos de la empresa Eliécer Vásquez Joyería.	Fase 1. Diagnostico	Diagnostico	32
Diseñar un plan de mejora de acuerdo a los problemas identificados y priorizados para determinar planes de acción en la empresa Eliécer Vásquez Joyería.	Fase 2. Planeación.	Plan de mejora	45
Implementar las acciones de mejora en los procesos empleando herramientas de Lean Manufacturing para la mejora de los procesos de la empresa Eliécer Vásquez Joyería.	Fase 3. Lanzamiento Fase 4. Estabilización. Fase 5. Estandarización. Fase 6. Fabricación en flujo.	5´S, SMED, JIDOKA, LAYOUT, POKE YOKE, KANBAN, JIT	47
Evaluar la mejora en los procesos de la empresa Eliécer Vásquez Joyería a través de indicadores de gestión.	Fase 7. Evaluación de resultados	Indicadores de gestión.	71

Fuente: Autor del proyecto

4.1 FASE DE DIAGNOSTICO

En la presente Fase se muestran las características actuales de la empresa tanto a nivel estratégico con de su proceso productivo.

4.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE ELIECER VÁSQUEZ JOYERÍA

4.1.1.1 CARACTERIZACIÓN

Razón social: Eliecer Vásquez Joyería

Nit: 1098701324-7

E-mail: eliecervasquezjoyeria@gmail.com

Fecha de constitución: 1971

Representante Legal: Diana Paola Vásquez (Gerente General)
Celular: 3103028650
Dirección: Carrera 34 # 18 – 61 tercer piso Oficina 307
Ciudad: Bucaramanga
Departamento: Santander
Actividad: Productor y comercializador orfebre

4.1.1.2 MISIÓN. Brindar la mejor calidad en nuestros productos tomando como pilares fundamentales la experiencia adquirida a través de 41 años de trabajo y los conocimientos obtenidos en cursos, charlas, concursos, ferias y especializaciones realizadas para optimizar nuestros procesos basados en la normatividad de calidad ISO 9000 y así poder obtener las piezas que nuestros clientes desean adquirir, teniendo nuestra empresa registrada en la cámara de comercio de la ciudad y actualmente activa en la base de datos de los entes encargados de llevar los registros para que todas la operaciones sean de total transparencia, teniendo a estos, nuestros clientes, como la principal preocupación buscando siempre su bienestar, satisfacción y con deseos de seguir compartiendo sus fechas especiales con nosotros.

4.1.1.3 VISIÓN. Obtener reconocimiento y posicionar nuestra empresa “ELIECER VÁSQUEZ JOYERÍA” como una de las mejores compañías dedicadas a la producción de orfebrería y bisutería en la ciudad y el país con miras a la internacionalización haciendo exportaciones a los países en los que las joyas de piedras y metales preciosos son muy apetecidos tomando las características de los diferentes países como inspiración de nuevas joyas innovando en las capitales mundiales generando así una mayor acogida de nuestros productos.

4.1.1.4 TIPO DE EMPRESA. Eliecer Vásquez Joyería es una pequeña empresa de tipo manufacturera, privada, con ánimo de lucro.

4.1.1.5 ACTIVIDAD ECONÓMICA. Eliecer Vásquez Joyería es una empresa ubicada en el sector orfebre dedicada a la compra de materiales preciosos como oro y plata para su posterior transformación mediante diversos procesos, teniendo como resultado, sofisticadas joyas como anillos, pulseras, dijes, argollas, cadenas, entre otras tantas piezas de joyerías que serán comercializadas al terminar el último paso de su cadena de valor.

4.1.1.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL. A continuación se muestra la gráfica del Organigrama.

Ilustración 2 Organigrama.



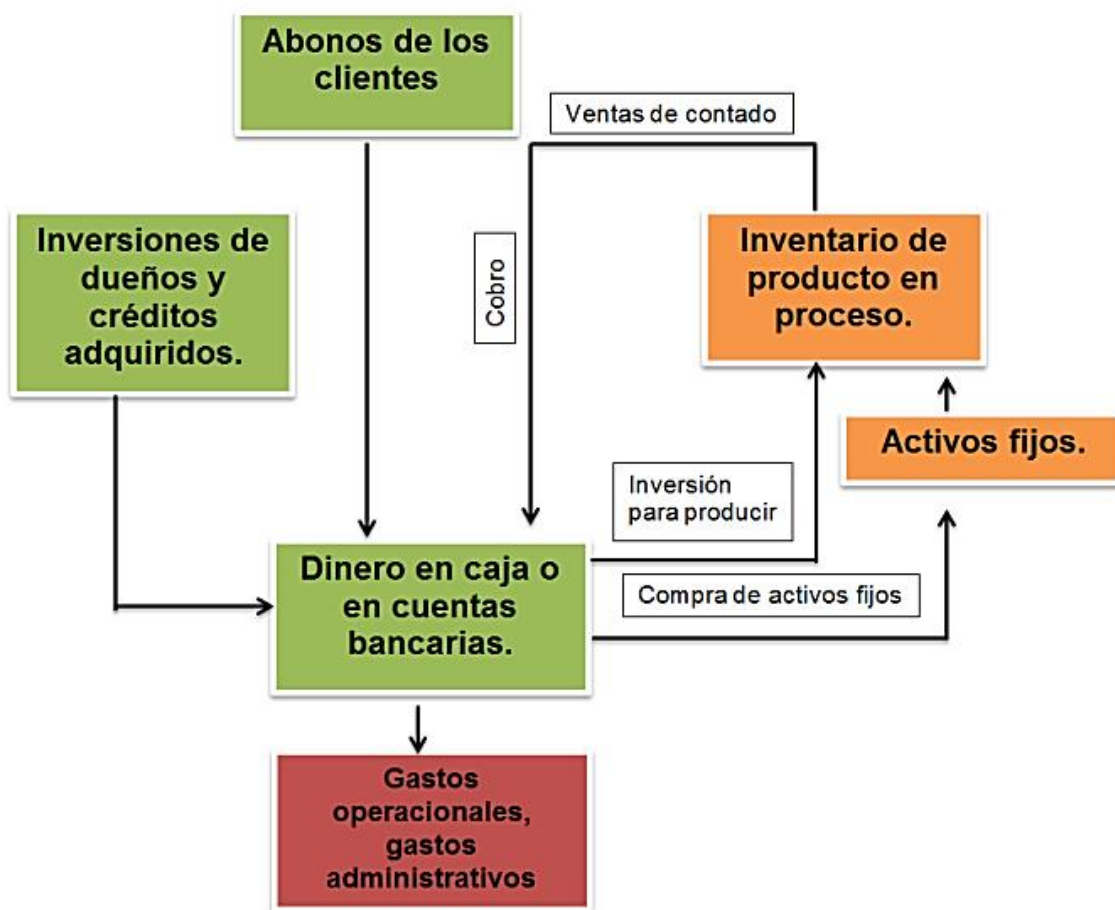
Fuente: Autor del proyecto

4.1.1.7 ASPECTOS A RESALTAR

- Eliecer Vásquez Joyería hace parte del CDTP de joyería (Centro de Desarrollo Tecnológico y Productivo de Joyería), siendo miembros fundadores.
- Asistencia a la feria más importante del sector orfebre VICENZA realizada en Italia.
- Cuenta con la certificación en competencias laborales de diseño, fabricación y terminación de piezas de joyería otorgada por el servicio nacional de aprendizaje-SENA.
- Participación en el showroom de novias y recién casados 2015 en convenio con Holiday Inn y Bancolombia.

4.1.1.8 DIAGRAMA DE FLUJO ECONÓMICO

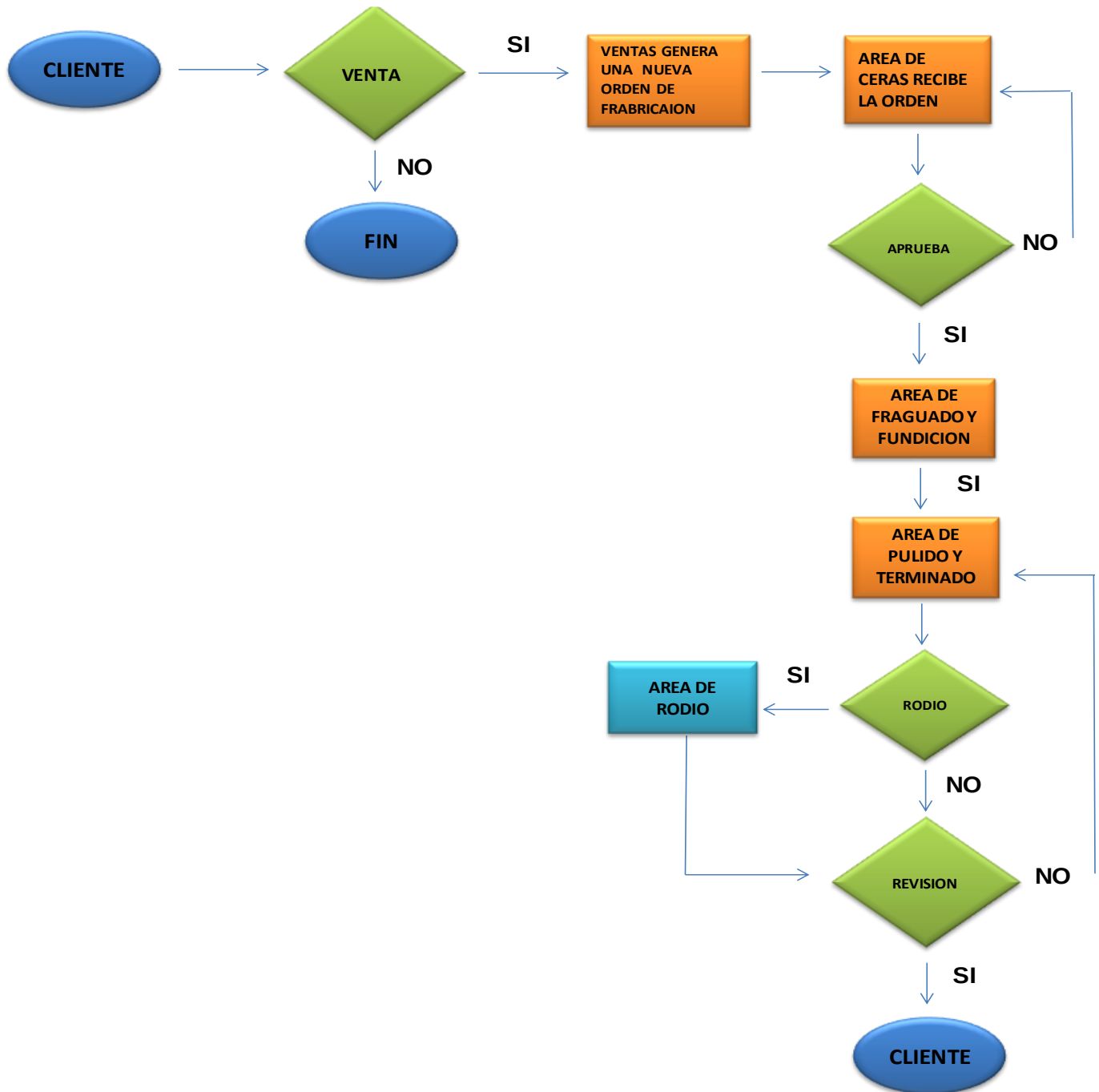
Ilustración 3 Diagrama flujo económico



Fuente: Autor del proyecto

4.1.1.9 DIAGRAMA DE FLUJO PIEZAS CENTRIFUGADAS

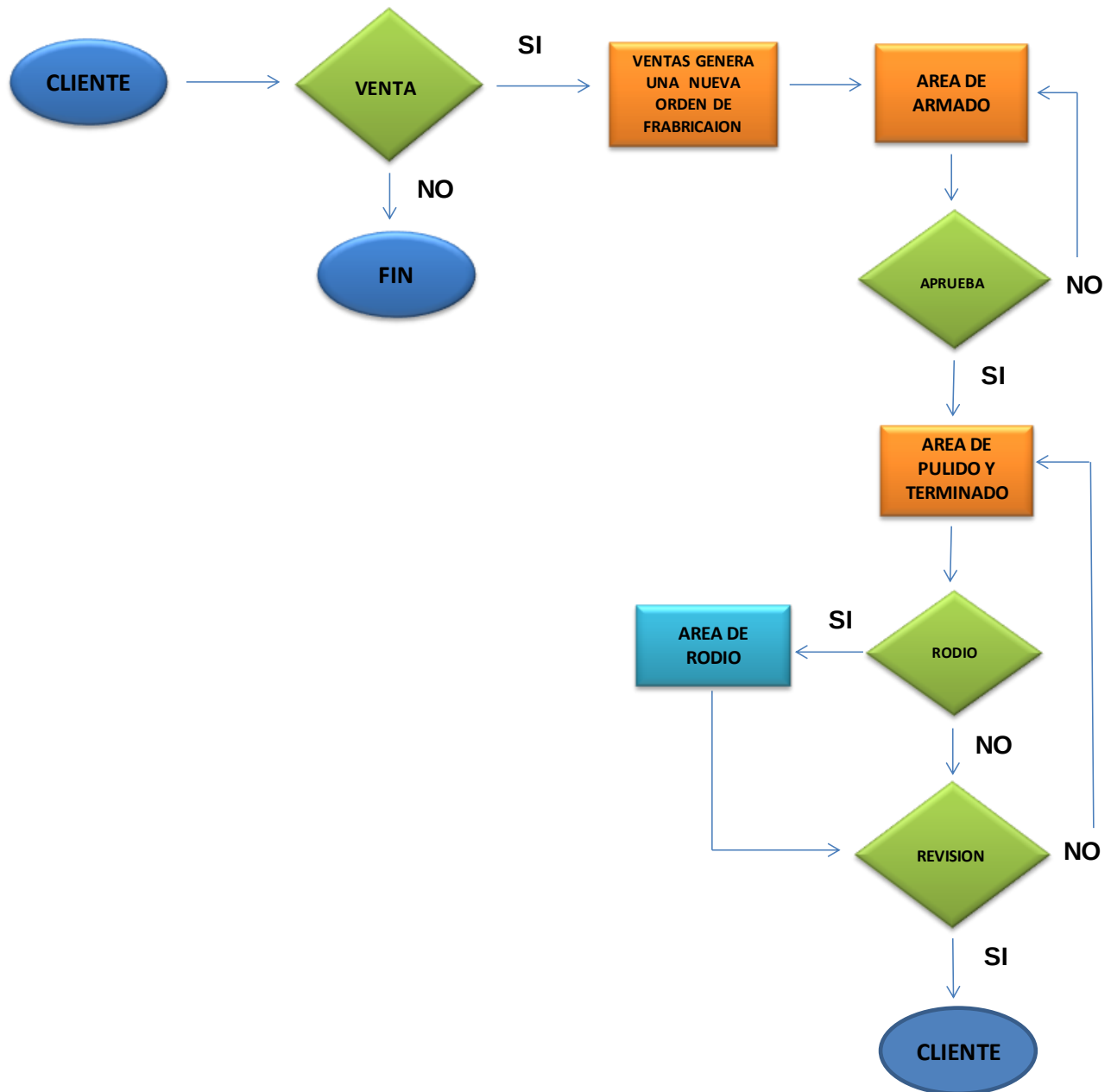
Ilustración 4 Diagrama flujo piezas centrifugadas



Fuente: Autor del proyecto.

4.1.1.10 DIAGRAMA DE FLUJO PIEZAS ARMADAS

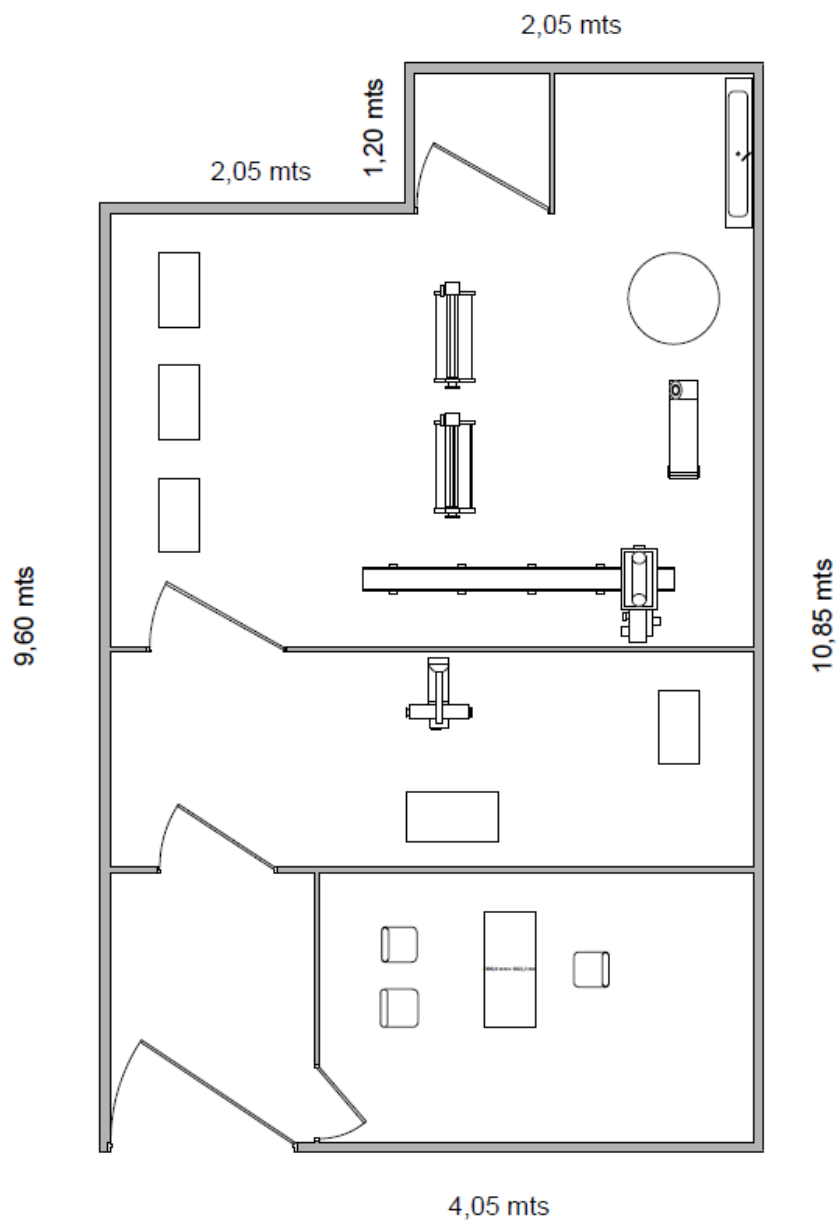
Ilustración 5 Diagrama flujo piezas armadas



Fuente: Autor del proyecto

4.1.1.11 PLANO. A continuación se muestra de manera conjunta el plano y la distribución de la empresa Eliecer Vásquez Joyería.

Ilustración 6 Plano



Fuente: Autor del proyecto

4.1.2 TOMA DE DATOS Y REGISTROS. A continuacion se presentan los datos que fueron tomados como insumo principal para reflejar el estado en el cual se encontraba la empresa al inicio del presente proyecto, resaltando el hecho de que aunque en la empresa se encontraban registros de ventas, no se tenia control de inventarios y no contaba con indicadores que ayudaran a sus dirigentes en la identificacion de problemas y toma de decisiones.

El siguiente formato de evaluación diligenciado por todos y cada una de los empleados de la organización (7 empleados), facilitó la apreciación de la percepción del estado de la organización al inicio del proyecto en su departamento productivo visto desde su interior y junto con reuniones realizadas con los directivos de la compañía registradas en actas anexas al trabajo (Anexo A, B, C) los días 1, 3 y 5 de la primera semana de junio. Se lograron evidenciar los problemas o imperfecciones con los cuales día a día la empresa desarrollaba su objeto social, con los cuales se procedió a dar un enfoque al proyecto y a la creación de indicadores para el seguimiento del mismo (Anexo D - J).

Tabla 4 Hoja de evaluación inicial

Hoja de evaluación a la empresa Eliecer Vásquez Joyería							
Nombre.							
Área en la que labora.							
Ítem a evaluar	Evaluación					Importancia (1 a 5) siendo 5 máximo de importancia	Observaciones
	Malo	Regular	Aceptable	Bueno	Excelente		
Producto							
Tiempos de entrega							
Calidad							
Eficiencia de la empresa							
Eficacia de la empresa							
Manejo de Inventarios							
Utilización de materia prima							
Efectos al medio ambiente							
Mantenimiento							
Capacitaciones							
Limpieza							
Distribución de planta							
Talento humano							
Seguridad Industrial							

Fuente: Autor del proyecto.

4.1.3 Identificación de Indicadores. El presente formato elaborado por el autor del proyecto, recopiló los aspectos clave con los cuales se construyeron los indicadores para los meses de junio, julio, agosto y septiembre con el fin de poder reflejar los resultados de los cambios al inicio y fin del proyecto, teniendo como base las reuniones de los directivos de la empresa y los aportes manifestados por los operarios.

Tabla 5 Hoja de datos para indicadores inicial.

Datos estadísticos								
Junio		junio		julio		agosto		septiembre
total de piezas realizadas		22						
pedidos programados		0						
piezas con defectos		8						
piezas entregadas en la fecha pactada		15						
piezas que no cumplen las especificaciones		6						
pedidos con paros en producción		4						
paros por maquinaria		1						
paros por falta de materiales		3						
gramos de oro que entran		330						
gramos de oro que salen		303						

Fuente: Autor del proyecto

Es así, que con los datos de la tabla anterior se diseñaron los siguientes indicadores con los cuales se tuvo total control de los cambios que se buscaba ocurrieran con las modificaciones e implementación de nuevas técnicas en el desarrollo de los proceso de la cadena productiva de la joyería, ya que son en el panorama financiero, los factores más influyentes a la hora de evaluar la estructura operativa de la empresa.

Tabla 6 Indicadores inicial.

Indicadores								
pedidos entregados / pedidos programados		0%						
Piezas con defectos / total piezas realizadas		36%						
Piezas entregadas en la fecha pactada / total piezas realizadas		68%						
Piezas que no cumplen especificaciones / total piezas realizadas		27%						
Pedidos con paros de producción / total de piezas realizadas		18%						
Paros por maquinaria / paros totales		25%						
Paros por falta de materiales / paros totales		75%						
Gramos de oro que salen / gramos de oro que entran		92%						
Nivel de satisfacción de operarios		80%						

Fuente: Autor del proyecto.

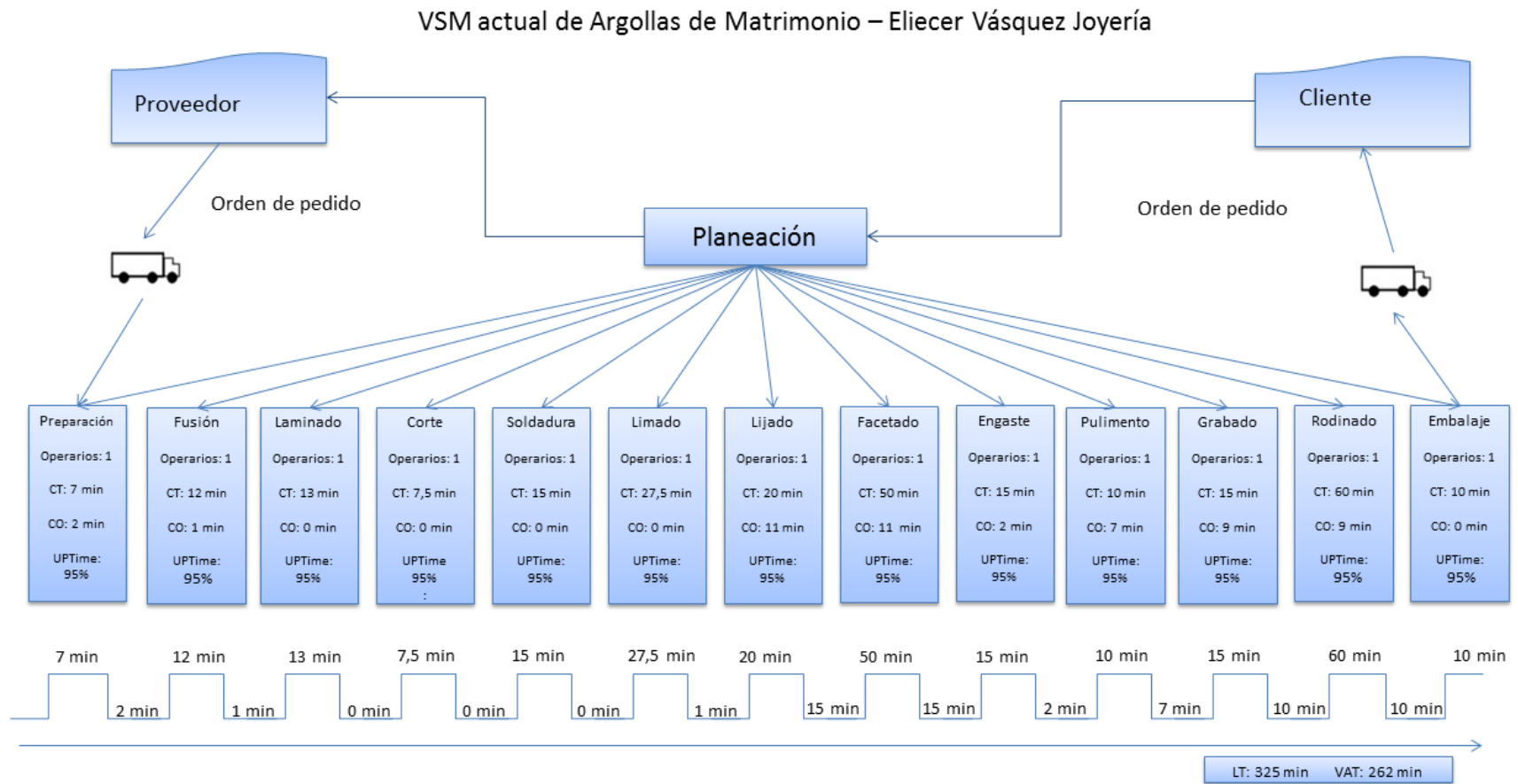
Cabe resaltar de los indicadores obtenidos la preocupación que surge por los indicadores de piezas que no cumplen con las especificaciones y aquellas que presentan defectos puesto que la fabricación doble de cada orden de producción duplica el porcentaje de pérdida que no se recupera, siendo este en valores económicos \$ 109.200 mcte por cada elaboración doble de determinada orden; es también preocupante los altos índices de paros en la producción siendo estos el origen de los incumplimientos en los compromisos adquiridos con los clientes respecto a las fechas de entrega de los pedidos.

4.1.4 VSM. Se realizó también la toma de 10 tiempos con el uso de un cronometro para cada proceso productivo de la empresa, obteniendo así, los tiempos promedio de cada proceso de la cadena productiva para la realización de unas argollas de matrimonio y se procedió a elaborar un formato para el registro de los mismos, a su vez, se elaboraron el mapa de flujo de valor actual y el mapa de flujo de valor futuro con los tiempos a los cuales se desea llegar a laborar en la organización. El formato y los mapas se muestran a continuación.

Tabla 7 datos vsm inicial

	Mínimo	máximo	promedio
1. Preparación	5	9	7
2. Fusión	9	15	12
3. Laminación	11	15	13
4. Corte	7	8	7,5
5. Soldadura	13	17	15
6. Limado	26	29	27,5
7. Lijado	20	22	21
8. Facetado	40	60	50
9. Engaste	13	17	15
10. Pulimento	8	12	10
11. Grabado	14	16	15
12. Rodinado	60	60	60
13. Empaquetado	8	12	10
total minutos	234	292	263
total horas	3,90	4,87	4,38
total días	0,49	0,61	0,55

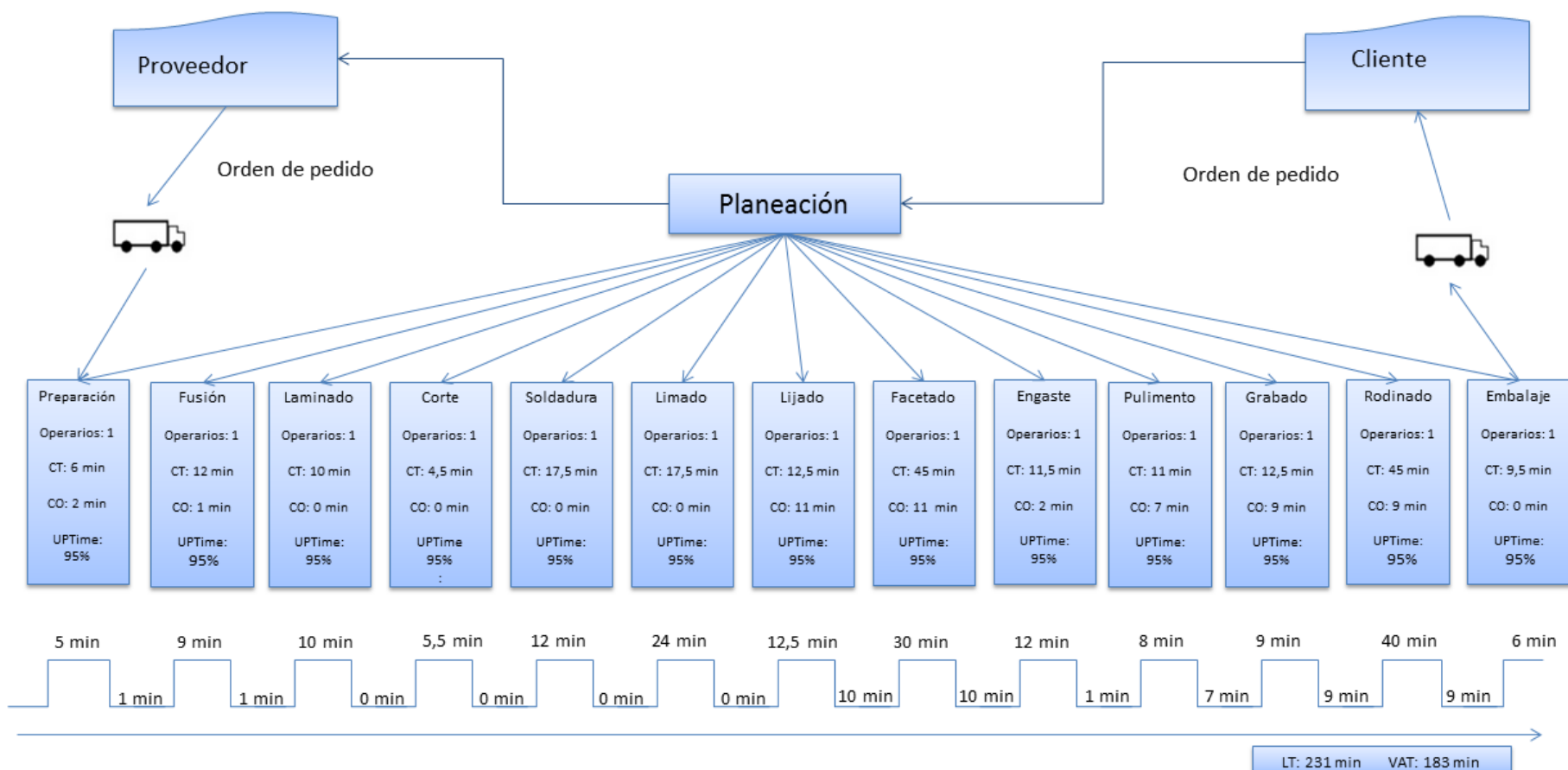
Ilustración 7 VSM ACTUAL



Fuente: Autor del proyecto.

Ilustración 8 VSM FUTURO

VSM futuro de Argollas de Matrimonio – Eliecer Vásquez Joyería



Fuente: Autor del proyecto.

4.2 FASE DE PLANIFICACIÓN

4.2.1 Planificación del proyecto. Como planificación lean del proyecto y después de pasar por la fase de diagnóstico se procedió a determinar que para la fase de lanzamiento que comprende los herramientas lean 5'S, SMED, JIDOKA Y LAYOUT.

Se realizarían capacitaciones individuales a las partes interesadas del proyecto siendo esta los operarios y directivos, con el fin de resolver de manera personalizada las inquietudes que se pudiesen llegar a generar al momento de la explicación, dejando constancia de las misma en los anexos del trabajo (Anexos K, L, M, N).

A continuación se procedió a desarrollar para la herramienta lean MRP, una hoja de cálculos con la herramienta ofimática Microsoft Excel, para llevar el control mínimo de existencias, siendo este colchón de existencia establecido por el jefe de taller y el autor del proyecto, con el fin de reducir el alto porcentaje de paros por insumos que se reflejó en los primeros resultados de los indicadores aplicados.

Seguidamente para la herramienta lean TPM el estudiante y junto con el ingeniero mecánico creador de dichos equipos, el ingeniero Javier Aceros, establecieron los tiempos en los cuales cada máquina debe tener un mantenimiento preventivo para evitar los paros a causa de averías en los equipos y se procedió a presentar una ficha técnica para cada dispositivo.

Así mismo, para la herramienta lean POKE YOKE, se analizó la razón por la cual se generan las devoluciones de las piezas y se identificó que las ordenes de producción se prestan para diversas interpretaciones, es así que se enfocaron los esfuerzos para obtener una orden de producción a prueba de errores, en este caso a prueba de malas interpretaciones.

Posteriormente se desarrolló un cuadro de mando para tener control de cada orden de producción, así como las órdenes de producción harán las veces de las tarjetas de control de esta herramienta lean (KANBAN).

Finalmente para la herramienta lean JIT se desarrollara la filosofía de mejora continua y se velará por cumplir con las herramientas anteriores logrando así, el tener los insumos en el momento preciso, de la manera correcta y en las cantidades necesarias.

Tabla 8 Tabla de planificación de proyecto

No	Actividad / Herramienta	Fecha	Objetivo	Responsable	Dirigido a
1	5'S	03/08/2015	Realizar la organización, clasificación, limpieza y eliminación de las herramientas y puestos de trabajo.	Estudiante.	Dep. productivo
2	SMED	03/08/2015	Reducir los tiempos de cambio de herramientas entre los procesos	Estudiante.	Dep. productivo
3	JIDOKA	03/08/2015	Implementar un control de calidad propio de los operarios aprovechando su experiencia en el desarrollo de las actividades.	Estudiante.	Dep. productivo
4	LAYOUT	03/08/2015	Buscar la mejor organización de los puestos de trabajo para mejorar la producción y aumentar la eficiencia del departamento productivo de la organización.	Estudiante.	Dep. administrativo
5	POKE JOKE	17/08/2015	Reducir los errores en las actividades y en los resultados obtenidos en el desarrollo del objeto social de la empresa.	Estudiante.	Dep. productivo
6	KANBAN	17/08/2015	Tener control visual sobre la cadena productiva de la compañía.	Estudiante.	Dep. administrativo
7	JIT	17/08/2015	Lograr una producción continua en la producción de los productos de la empresa.	Estudiante.	Dep. administrativo

4.2.2 JUSTIFICACIÓN DE LA LÍNEA. Como justificación de la elección de la línea con la cual se desarrolló el proyecto se sostiene que debido a los direccionamientos de la empresa, el ochenta por ciento (80%) de los productos elaborados son argollas de matrimonio captando la mayoría de los recursos utilizados para la producción de piezas y siendo la principal fuente de ingresos de la compañía, debido a que la empresa busca consolidar como elemento de diferenciación el ser reconocidos a nivel municipal inicialmente y a nivel nacional posteriormente como la joyería insignia de la elaboración de dichas piezas; debido a esto se buscará que la línea de argollas de matrimonio sea esbelta y se enfocarán los esfuerzos en mantenerla dentro de una filosofía de mejora continua.

4.3 FASE DE LANZAMIENTO

Siguiendo los lineamientos establecidos por la metodología y una vez desarrollada la planificación lean, se sucedió a realizar la fase de lanzamiento del proyecto siendo esta especificada a continuación:

4.3.1 5'S. Para la implementación de las "5'S" se realizaron capacitaciones individuales a los trabajadores de la empresa con el fin de mejorar el ambiente laboral, evitar los movimientos innecesarios y superar problemas de falta de espacios en general.

En términos financieros estos movimientos innecesarios y tiempo empleado en la búsqueda de las herramientas, aumenta los costos de producción disminuyendo las utilidades de la organización si es que se desea mantener un mismo precio de venta, escenario en el cual se encuentran las empresas orfebres debido al ya elevado valor de su materia prima (siendo 1 gramo de oro equivalente a \$103.000 mcte) lo que les obliga a ofrecer precios competitivos en su desarrollo comercial.

Se utilizó material de apoyo visual ofimático (presentación básica de Microsoft PowerPoint) (Anexo K) y se amplió la información por parte del estudiante explicando con detenimiento todas y cada uno de los cinco pasos de la herramienta.

Seiri (eliminar): se hizo el ejercicio de identificar lo útil o inútil que pueden llegar a ser las herramientas de trabajo y la continuidad con la que cada operario utiliza las mismas.

- Las herramientas que no se utilizan en el transcurso de un año como algunos sopletes de pie que se encontraban averiados, estantería de piedras semipreciosas y martillos fuera de servicio fueron eliminados, guardando únicamente aquellas que son especiales o que tienen un valor elevado si se deseara volver a conseguir como se hizo con las felpas de la

máquina de pulido y el esmeril utilizado para recobrar el filo de algunas herramientas de corte como tijeras y buriles.

- Las herramientas que no se utilizan en el transcurso de un mes como balanza de repuesto, los tarugos de aros redondo y ovalado y las boquillas del turbo de fundición utilizadas para hacer soldadura especial, se guardaron en un armario con fácil acceso para no entorpecer las tareas que se desarrollan a diario en el puesto de trabajo estando disponibles en caso de ser necesitadas

Ilustración 9 Evidencia de almacenamiento seiri



Fuente: Autor del proyecto.

- Las herramientas que no se utilizan en el transcurso de una semana como lo son las tijeras de corte especial y la hilera se almacenaron en un cajón debidamente seleccionado en el mismo puesto de trabajo.
- Las herramientas que se utilizan a diario como limas, tijeras, seguetas, calibradores, martillos, tarugos, buriles, brocas, fresas, sopletes de pie, crisoles, recipientes para alcohol y bórax, pinzas, foredom y fosforeras se dejaron en el puesto de trabajo con fácil acceso y de tal manera que ayude al desarrollo de las actividades..

Seiton (ordenar): con las herramientas de trabajo que fueron ubicadas en el puesto de trabajo se dispuso a realizar una clasificación micro de las herramientas teniendo en cuenta practicidad y seguridad según la frecuencia de uso y el tipo de trabajo dejando a mano derecha del puesto de trabajado las herramientas como el soplete de pie, foredom, martillo y tijeras, en el centro del puesto de trabajo se ubicó la piedra pómez para soldadura y los recipientes de alcohol y bórax y

finamente a mano izquierda las pinzas, tarugos, encendedor, fresas y brocas, teniendo en cuenta que dicha distribución es útil para cualquier operario diestro.

Seiso (limpieza e inspección): se procedió a realizar la limpieza de los puestos de trabajo en una jornada en la que se realizó también la reparación y la aplicación de pintura de protección para laminadores, centrifuga, troqueladora y bases utilizadas para diversas actividades, enfocando los esfuerzo en eliminar el foco de la suciedad velando también por identificar de esta manera si existe alguna fuga o si se presentaban anomalías en los equipos.

A continuación se muestran algunas imágenes de las tres etapas desarrolladas:

ANTES DEL EJERCICIO: Estado inicial de la maquinaria

Ilustración 10 Evidencia seiso 1



Fuente: Autor del proyecto.

Ilustración 11 Evidencia seiso 2.



Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 12 Evidencia seiso 3



Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 13 Evidencia seiso 4



Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 14 Evidencia seiso 5



Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 15 Evidencia seiso 6



Fuente: Autor del proyecto

DURANTE EL DESARROLLO DEL EJERCICIO

Ilustración 16 Evidencia seiso 7



Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 17 Evidencia seiso 8



Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 18 Evidencia seiso 9



Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 19 Evidencia seiso 10



Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 20 Evidencia seiso 11



Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 21 Evidencia seiso 12



Fuente: Autor del proyecto

RESULTADO FINAL DEL EJERCICIO

Ilustración 22 Evidencia seiso 13



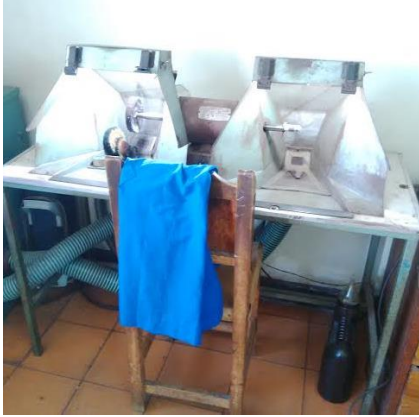
Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 23 Evidencia seiso 14



Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 24 Evidencia seiso 15



Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 25 Evidencia seiso 16



Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 26 Evidencia seiso 17



Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 27 Evidencia seiso 18



Fuente: Autor del proyecto

Seiketsu (estandarización): una vez afianzadas las herramientas anteriores se designó responsabilidad a cada operario para velar por la organización y limpieza de sus puestos de trabajo manteniendo un estándar de limpieza básico de la organización con supervisión de las directivas de la empresa velando por la buena imagen de la empresa y un ambiente de trabajo agradable para los operarios.

Shitsuke (disciplina): para generar un hábito de utilización de las herramientas lean, se procedió a crear en los mismo operarios el deseo de su aplicación y partiendo de la premisa de que es mejor percibido un incentivo que una orden, se creó un concurso interno para premiar con pequeños detalles a la persona que tenga su puesto de trabajo de manera óptima realizando los sorteos con periodicidad mensual.

4.3.2 SMED. Para lograr el cumplimiento de los objetivos de esta herramienta se realizó una capacitación individual (Anexo L) explicando el significado de las siglas de la herramienta y su traducción al español:

cambio de herramienta en un solo dígito de minuto, es decir, velar por que el cambio de herramientas y preparación para el siguiente proceso de producción, se desarrolle en el menor tiempo posible.

Se enfocó la capacitación en la concientización de la importancia de esta sencilla pero muy útil herramienta poniendo ejemplos del trabajo realizado a diario y haciendo evidentes los beneficios que tendrá la organización y los mismos operarios al conseguir su implementación tales como ahorro de materias primas, ahorro de tiempos de producción logrando a su vez un horario más flexible para todos.

Con tal fin inicialmente se revisó el estado de las herramientas de trabajo para cada operación identificando posibles daños o reparaciones necesarias que estas pudiesen presentar haciendo a su vez un mantenimiento para conservar en buenas condiciones de funcionamiento dichas herramientas.

Posteriormente se establecieron las herramientas necesarias por operario para el desarrollo de cada proceso identificando las necesidades por operación.

Tabla 9 Requerimientos de herramientas por operación

TABLA DE REQUERIMIENTO DE HERRAMIENTAS POR OPERACIÓN	
OPERACIÓN	HERRAMIENTAS
Preparación	Balanza digital, computador, calculadora, pinzas, tijera industrial.
Fusión	Turbo, riel de hierro, pinzas, crisol, recipiente para tratamiento térmico de enfriamiento, secador.
Laminación	Laminador manual, calibrador o vernier.
Corte	Calibrador o vernier, tijera industrial, segueta manual, limas industriales.
Soldadura	Soplete a gasolina de pie, pinzas, crisol de piedra pómez para joyería, guía de acero.
Limado	Limas industriales, brocha, barredora, recipiente de recolección, morseto de cuña.
Lijado	Lija industrial, lijadora (maquina).
Facetado	Maquina diamantadora
Engaste	Brocas de perforación, fresas de perforación, buril, graneteador, morseto de cuña, foredoom.
Pulimento	Maquina pulidora, felpa pulimento, felpa de brillo, vibrador, secador.
Grabado	Pantógrafo
Rodinado	Pinzas, equipo galvánico
Empaquetado	Balanza digital.

Fuente: Autor del proyecto

Finalmente se enfatizó en que al momento de iniciar el desarrollo de una orden de producción, se deben tener dispuestos los materiales y herramientas en la tabla mencionadas junto con la información necesaria para la elaboración de la misma logrando así, obtener el menor tiempo posible en el cambio entre procesos consiguiendo a su vez una mayor flexibilidad al momento de presentar cambios bruscos de la demanda.

4.3.3 JIDOKA. Para esta herramienta lean, también se realizó una capacitación personalizada con el personal de la empresa (Anexo M), iniciando con la explicación del significado de la misma y su objeto, siendo en este caso la automatización con un toque humano y velando por el control de calidad que se busca tengan los operarios.

Partiendo de la experiencia en el desarrollo de las actividades con el que cuenta el equipo de trabajo, se facilitó la reflexión acerca de lo importante que es la

detención de una pieza en determinado punto de la cadena productiva si esta ya cuenta con algún defecto que generará la devolución de la misma, generando pérdida de tiempo, materiales y la generación de una mala experiencia al consumidor final en relación con la empresa.

Se determinaron entonces ciertas premisas guía como ayuda para realizar la detención de una orden de producción, las cuales se muestran a continuación:

- Peso indicado por la balanza inferior o superior al requerido por la pieza en la orden de producción para cumplir con las especificaciones para su entrega final al consumidor.
- Porosidad en los materiales que dificulten la fácil y rápida manipulación de los mismos y generen reprocesos como aplicación de soldadura y limado para su perfeccionamiento.
- Inconsistencia de materiales y especificaciones de la orden de producción.
- Posibles errores generados en procesos anteriores como cortes o mal manejo de los pesos de las piezas.
- Ocurrencia de un accidente que genere la imposibilidad de continuar como daños de los laminadores y fallos de energía en la pulidora.

Se enfatiza en controlar y tener rigor en el desarrollo de los procesos logrando a su vez un control de los productos, no se permite la producción de piezas perfectas.

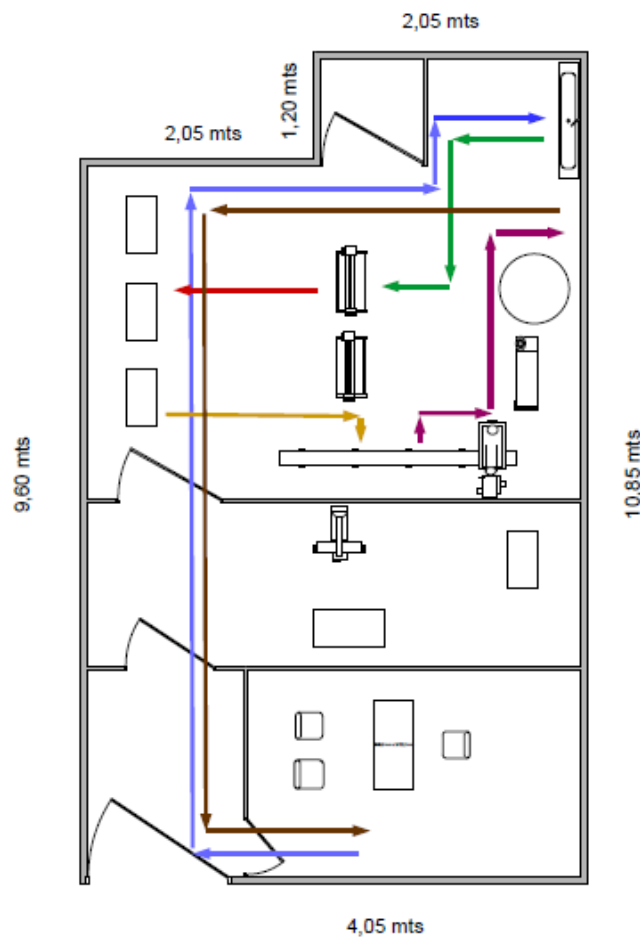
4.3.4 LAYOUT. Para la búsqueda de la mejor organización de los puestos de trabajo de la empresa, se realizó una capacitación individual (Anexo N) con cada operario para mostrar lo expuesto por esta herramienta lean y a su vez, escuchar sugerencias que pudiesen aportar a la realización de dicha tarea.

Se dispuso a una reorganización después del mantenimiento de la maquina centrífuga, laminadores y troqueladora de tal manera que no se alterara el desarrollo de las actividades pero se obtuviese una mejor experiencia visual.

A continuación se presenta el plano de la organización con los recorridos evidenciando la buena distribución de los equipos teniendo en cuenta factores como las salidas de energía, salidas de agua y tuberías, ventilación y el reflejo del sol que entra por el costado derecho y la iluminación para el desarrollo de las actividades.

El recorrido inicia desde la oficina donde se realiza la expedición de la orden de producción y la preparación de los materiales pasando hacia el área de fundición (recorrido que muestra la línea azul), posteriormente se realiza el desplazamiento a los laminadores para hacer el respectivo proceso a los materiales (recorrido que muestra la línea verde), a continuación se llevan los materiales a los cajones de trabajo para el corte, soldadura y limado (recorrido que muestra la línea color rojo), a su término se hace el desplazamiento hacia la maquina pulidora en donde es realiza el lijado y pulimento de las piezas (recorrido que muestra la línea color dorado), posteriormente se realiza el desplazamiento a la zona de lavado (recorrido que muestra la línea olor morado), y finalmente se llevan las piezas terminadas a la oficina para su empaquetado y despacho final (recorrido que muestra la línea color marrón).

Ilustración 28 Plano con recorridos



Fuente: Autor del proyecto

Finalmente se encontró que aunque se cuenta con una distribución adecuada, se podrían hacer algunas mejoras que por condiciones económicas se espera realicen a futuro, dichas sugerencias se encuentran en el espacio dispuesto para recomendaciones del presente trabajo.

3.4 FASE DE ESTABILIZACIÓN

Para el desarrollo de la fase de estabilización se requería una mayor gestión administrativa desarrollada de la siguiente manera.

3.4.1 TPM. Con el TPM ó Mantenimiento Productivo Total, se busca eliminar los paros inesperados de las máquinas y velar por el cuidado y la conservación de las mismas mejorando su rendimiento y alargando su vida útil estando la maquinaria de la empresa avaluada en \$100'630.000 mcte y siendo interés de la empresa el velar por tener sus equipos a punto para la mejor utilización de sus recursos y el evitar incurrir en gastos innecesarios como la compra de maquinaria por descomposición de algún equipo averiado por negligencia del personal.

Para tal fin se dispuso a todo el personal para estar alerta a cualquier anomalía en el funcionamiento de los equipos siendo estos:

- ruidos inusuales de funcionamiento.
- paros inesperados.
- deficiencia en el desarrollo de las actividades.

Y velando a su vez, por eliminar las fuentes de suciedad de los equipos delegando a un operario para la constante limpieza de los mismos.

Se realizó también, un encuentro con el diseñador de la mayoría de los equipos de la empresa, el ingeniero mecánico Javier Aceros, quien también es el responsable de la elaboración de los mismos para tratar temas relacionados a los tiempos aconsejados para el mantenimiento de rutina que debe tener un equipo para su conservación y buen funcionamiento, elaborando posteriormente una ficha técnica para cada equipo.

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA – EQUIPOS							
REALIZADO POR		Jorge Vásquez		FECHA:		Agosto 19 de 2015	
MAQUINA – EQUIPO		Laminador		UBICACIÓN		Taller	
FABRICANTE		-		SECCIÓN		Laminado	
MODELO		-		CÓDIGO INVENTARIO		ME 001	
MARCA		-					
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
PESO	78 kg	ALTURA	127 cm	ANCHO	80 cm	LARGO	50 cm
FUNCIÓN				FOTO DE LA MAQUINA - EQUIPO			
Equipo utilizado para disminuir el calibre de los metales empleados para la fabricación de las piezas de joyería utilizando dos cilindros graduados por un sistema de engranajes operados manualmente. Dichos cilindros pueden ser lisos o acanalados según el resultado que se desee obtener.							
MANTENIMIENTO SUGERIDO						PERIODICIDAD	
Mantenimiento de engranajes aplicando grasa industrial.						30 días.	
Limpieza e cilindros planos						90 días.	
Limpieza e cilindros con canal						90 días.	
Alineación de los cilindros planos.						365 días.	
Alineación de los cilindros con canal.						365 días.	
REGISTRO DE MANTENIMIENTO				FECHA		OBSERVACIONES	

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA – EQUIPOS							
REALIZADO POR		Jorge Vásquez		FECHA:		Agosto 19 de 2015	
MAQUINA – EQUIPO		Vacuum		UBICACIÓN		Taller	
FABRICANTE		Pro-craft		SECCIÓN		Fraguado	
MODELO		Por-cast		CÓDIGO INVENTARIO		ME 002	
MARCA		Pro-craft					
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
PESO	32 kg	ALTURA	34 cm	ANCHO	58 cm	LARGO	28 cm
FUNCIÓN				FOTO DE LA MAQUINA - EQUIPO			
Equipo utilizado eliminar las partículas de aire que pueda contener el cilindro con investimento con el fin de evitar porosidades y pequeñas explosiones en el proceso de fundición.							
MANTENIMIENTO SUGERIDO						PERIODICIDAD	
Limpieza de plataforma superior						Cada uso.	
Limpieza de campana en acrílico industrial.						Cada uso.	
Aplicación de aceite industrial.						30 días.	
Calibración de manómetro de presión						365 días.	
Revisión de motor						730 días.	
REGISTRO DE MANTENIMIENTO				FECHA		OBSERVACIONES	

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA – EQUIPOS							
REALIZADO POR		Jorge Vásquez		FECHA:		Agosto 19 de 2015	
MAQUINA – EQUIPO		Centrifuga		UBICACIÓN		Taller	
FABRICANTE		Javier Aceros		SECCIÓN		Fundición	
MODELO		Centrifuga brazo mecánico		CÓDIGO INVENTARIO		ME 003	
MARCA		Maquinaceros					
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
PESO	-	ALTURA	97 cm	ANCHO	64 cm	LARGO	64 cm
FUNCIÓN				FOTO DE LA MAQUINA - EQUIPO			
Equipo utilizado para aprovechar la dirección de la fuerza centrífuga generada con la activación de la maquina con el fin de vaciar el metal en el cilindro con revestimiento después de su proceso térmico.							
MANTENIMIENTO SUGERIDO						PERIODICIDAD	
Limpieza general						30 días.	
Calibración de eje rotatorio.						365 días.	
Revisión de palanca de seguro anti rotación.						365 días.	
REGISTRO DE MANTENIMIENTO				FECHA		OBSERVACIONES	

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA – EQUIPOS							
REALIZADO POR		Jorge Vásquez		FECHA:		Agosto 19 de 2015	
MAQUINA – EQUIPO		Pulidora		UBICACIÓN		Taller	
FABRICANTE		Javier Aceros		SECCIÓN		Terminación	
MODELO		Doble eje		CÓDIGO INVENTARIO		ME 004	
MARCA		Maquinaceros					
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
PESO	-	ALTURA	100 cm	ANCHO	200 cm	LARGO	64 cm
FUNCIÓN				FOTO DE LA MAQUINA - EQUIPO			
Equipo utilizado para aprovechar la rotación de dos ejes para el pulimento y brillo de las piezas mediante el ensamble de discos especiales en dichos ejes junto con un motor que aspira las partículas que salen como residuo del proceso.							
MANTENIMIENTO SUGERIDO						PERIODICIDAD	
Cambio de filtros del motor aspiradora.						30 días.	
Limpieza de motor de la aspiradora.						365 días.	
Calibración de ejes rotatorios						365 días.	
Revisión de iluminación de la maquinaria						60 días.	
REGISTRO DE MANTENIMIENTO				FECHA		OBSERVACIONES	

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA – EQUIPOS							
REALIZADO POR		Jorge Vásquez		FECHA:		Agosto 19 de 2015	
MAQUINA – EQUIPO		Inyectora		UBICACIÓN		Taller	
FABRICANTE		Chamorro y Moreno S.A.		SECCIÓN		Inyección	
MODELO		Inyectora de bomba		CÓDIGO INVENTARIO		ME 005	
MARCA		Chamorro y Moreno S.A.					
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
PESO	7 kg	ALTURA	44 cm	ANCHO	18 cm	LARGO	16,5 cm
FUNCIÓN				FOTO DE LA MAQUINA – EQUIPO			
Equipo utilizado para la infusión de cera de inyección para joyería al vacío en los moldes seleccionados para la producción en serie de las piezas de joyería.							
MANTENIMIENTO SUGERIDO						PERIODICIDAD	
Cambio de cera del depósito de almacenamiento de la máquina.						30 días.	
Limpieza general.						30 días.	
Calibración de manómetro de presión.						365 días.	
Revisión maquinaria interna						730 días.	
REGISTRO DE MANTENIMIENTO				FECHA		OBSERVACIONES	

3.4.2 MRP. Para la planificación de requerimientos de materiales o su sigla en inglés MRP, se evaluaron cuales son aquellos insumos y herramientas que por su desgaste y utilización, es necesario adquirir o cambiar en determinado periodo de tiempo. La lista se muestra a continuación:

- piedras semipreciosas.
- brocas de perforación.
- fresas de perforación.
- pliegos de lija.
- yeso
- estuches
- lija

Elementos para los cuales se desarrolló un cuadro de control de existencias con el margen mínimo con el cual se podrán identificar los requerimientos de material en cualquier instante para la organización, evitando así, paros por falta de materiales.

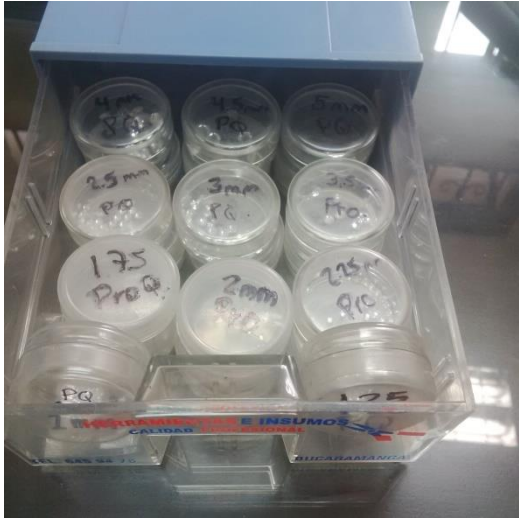
Tabla 10 Cuadro de control de existencias

 CUADRO DE CONTROL DE EXISTENCIAS									
INSUMO (Ref)	CANTIDAD MÍNIMA EN STOCK		FECHA ULTIMA REVISIÓN	EXISTENCIAS		DIFERENCIA		PRECIO UNITARIO	PRECIO DE LOTE EN EXISTENCIAS
CIRCON REDONDO 1 MM	20	unid	03-oct	88	unid	68	unid	\$400	\$35.200
CIRCON REDONDO 1,25 MM	20	unid	03-oct	66	unid	46	unid	\$400	\$26.400
CIRCON REDONDO 1,5 MM	10	unid	03-oct	3	unid	-7	unid	\$400	\$1.200
CIRCON REDONDO 1,75 MM	10	unid	03-oct	47	unid	37	unid	\$400	\$18.800
CIRCON REDONDO 2 MM	10	unid	03-oct	17	unid	7	unid	\$400	\$6.800
CIRCON REDONDO 2.25 MM	5	unid	03-oct	20	unid	15	unid	\$400	\$8.000
CIRCON REDONDO 2,5 MM	5	unid	03-oct	43	unid	38	unid	\$400	\$17.200
CIRCON REDONDO 3 MM	5	unid	03-oct	23	unid	18	unid	\$600	\$13.800
CIRCON REDONDO 3,5 MM	3	unid	03-oct	11	unid	8	unid	\$600	\$6.600
CIRCON REDONDO 4 MM	3	unid	03-oct	14	unid	11	unid	\$1.000	\$14.000
CIRCON REDONDO 4,5 MM	3	unid	03-oct	9	unid	6	unid	\$1.000	\$9.000
CIRCON REDONDO 5 MM	3	unid	03-oct	3	unid	3	unid	\$1.100	\$3.300
CIRCON REDONDO 6 MM	2	unid	03-oct	0	unid	-2	unid	\$1.200	\$0
CIRCON REDONDO 7 MM	2	unid	03-oct	1	unid	-1	unid	\$1.200	\$1.200
CIRCON REDONDO 8 MM	2	unid	03-oct	5	unid	3	unid	\$1.200	\$6.000
CIRCON CUADRADO 3X3	5	unid	03-oct	11	unid	6	unid	\$400	\$4.400
CIRCON P. BRILLANT	3	unid	03-oct	5	unid	2	unid	\$600	\$3.000
YESO	200	gs	03-oct	800	gs	600	gs	\$9.000	\$7.200
FRESA REDONDA N. 13	1	unid	03-oct	1	unid	0	unid	\$1.638	\$1.638
FRESA REDONDA N. 18	1	unid	03-oct	2	unid	1	unid	\$1.638	\$3.276
BROCA N. 70	1	unid	03-oct	2	unid	1	unid	\$3.276	\$6.552
BROCA N. 100	1	unid	03-oct	2	unid	1	unid	\$3.276	\$6.552
FRESA CONO N. 15	1	unid	03-oct	1	unid	0	unid	\$2.414	\$2.414
ESTUCHES	5	unid	03-oct	10	unid	5	unid	\$5.000	\$50.000
LIJA NUMERO 800	1	unid	03-oct	2	unid	1	unid	\$1.200	\$2.400
LIJA NUMERO 1000	1	unid	03-oct	2	unid	1	unid	\$1.200	\$2.400
LIJA NUMERO 1200	1	unid	03-oct	2	unid	1	unid	\$1.200	\$2.400

Fuente: Autor del proyecto.

Así mismo, las imágenes que se muestran a continuación, son algunas evidencias de lo expuesto en la tabla anterior.

Ilustración 29 Piedras semipreciosas.



Fuente: Autor del proyecto.

Ilustración 30 Yeso



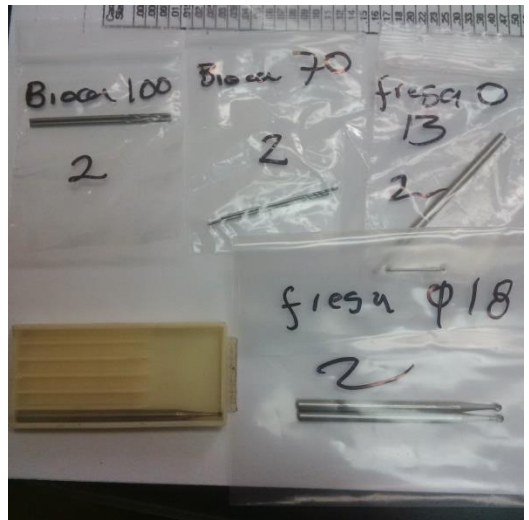
Fuente: Autor del proyecto.

Ilustración 32 Estuches



Fuente: Autor del proyecto.

Ilustración 31 Brocas y fresas



Fuente: Autor del proyecto.

3.5 FASE DE ESTANDARIZACIÓN

Para la fase de estandarización se utilizaron las herramientas que se explican a continuación.

3.5.1 POKE YOKE. En el desarrollo de esta herramienta que buscaba encontrar un sistema a prueba de errores.

Se enfocaron los esfuerzos en transformar el canal de información que se utilizaba para transportar la información correspondiente a un pedido desde la gerencia hasta determinado operario ya que los indicadores mostraban una alta tasa de errores en los productos terminados generando reprocesos que como se mencionó anteriormente, tenían unos costos alrededor de los \$54.600 mcte por cada vez que se elaborara una pieza.

Es así como se desarrolla un modelo de orden de producción con todos y cada uno de los datos requeridos para la fabricación de unas argollas de matrimonio (piezas seleccionadas para el desarrollo del presente proyecto), sirviendo a su vez, como parte del modelo kanban que se explicará en la siguiente fase del proyecto.

Los datos que se estableció debía llevar la orden de producción son los siguientes:

- Logo de la empresa
- Fecha de impresión y entrega al operario de la orden de producción.
- Fecha de recepción del pedido realizado y la orden de producción.
- Imagen de la pieza a elaborar.
- Peso de las argollas a elaborar.
- Piedras preciosas o semipreciosas a engastar en las argollas según sea la referencia.
- Fecha de la boda.
- Medidas de la pareja
- Anchos de las argollas a elaborar
- Nombres de la pareja
- Espacio para observaciones especiales si es necesario

Es así que se elaboró el cuadro que se muestra a continuación haciendo diferenciación por colores del tipo de metal preciosos a utilizar, siendo verde para oro y morado para las muestras elaboradas en plata.

Ilustración 33 Orden de producción oro

	Orden de producción Orden:	Fecha de impresión: Fecha a entregar:
Imagen		
Peso:	Piedras:	Boda:
#	Nombre:	mm:
#	Nombre:	mm:
Observaciones:		

Fuente: Autor del proyecto.

Ilustración 34 Orden de producción plata

	Orden de producción Muestras Orden:	Fecha de impresión: Fecha a entregar:
Imagen		
Peso:	Piedras:	Boda:
#	Nombre:	mm:
#	Nombre:	mm:
Observaciones:		

Fuente: Autor del proyecto.

En las imágenes que se muestran a continuación se evidencia la implantación y el uso de estos formatos

Ilustración 35 Evidencia poke yoke

	Orden de producción Orden: 659	Fecha de impresión: 17/09/2015 Fecha a entregar: 18/09/15
		
Peso: 12 gramos	Piedras: 6 circones	Boda: octubre 04 de 2015
Medida # 10	Nombre: Hugo Velásquez	ancho: 7 mm
Medida # 6	Nombre: Carolina Moreno	Ancho: 6 mm
Observaciones: semi media caña		

Fuente: Autor del proyecto

3.6 FASE DE FABRICACIÓN EN FLUJO

Finalmente para la fabricación en flujo se desarrollaron las siguientes herramientas en conjunto con las trabajadas en las etapas anteriores.

3.6.1 KANBAN. Para la elaboración del sistema de control y programación sincronizada, se desarrolló un cuadro de mando en el cual se registra el periodo a supervisar, los pedidos en cola esperando a ser desarrollados, los pedidos que se encuentran en proceso y aquellos que ya se encuentran listos para su despacho, siendo las tarjetas desarrolladas en la herramienta poke yoke quienes desarrollan las veces de tarjeta de control junto con unos cuadros pequeños que muestran la orden de pedido correspondiente a la orden de producción, el nombre del responsable y el logo de la empresa, dejando claro que para la totalidad de pedidos, se inicia el proceso con el pedido del cliente, es decir, se maneja una producción tipo pull para el desarrollo del objeto social de la compañía. El cuadro y los registros fotográficos de su ejecución se muestran a continuación.

Tarjeta movable en el cuadro de mando:

Tabla 11 Tarjeta movable.

	Orden: 659
Responsable: Jairo V	

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 12 Cuadro de mando.

		CUADRO DE MANDO		PERIODO:	
POR HACER		DESARROLLO		REVISIÓN CALIDAD	
COLA	PRIORIDAD	APROBACIÓN DATOS	ELABORANDO	RECHAZA	APRUEBA

Fuente: autor del proyecto

Registro fotografico del cuadro.

Ilustración 36 Evidencia kanban



Fuente: Autor del proyecto

3.6.2 JIT. Para lograr la implementación del justo a tiempo, fue necesario contar con la aplicación y el seguimiento a todas las herramientas anteriormente aplicadas las cuales fueron generando poco a poco un ambiente empresarial de mejora continua que ha logrado a su vez, que todos los materiales estén en el momento perfecto, en la cantidad requerida y en el lugar indicado disminuyendo también los desperdicios de tiempo y materiales al reducir los reprocesos y piezas que no cumplen con los requerimientos del cliente.

3.7 RESULTADOS DEL EJERCICIO

A continuación se muestran los tiempos y el VSM obtenidos después de la implementación de las herramientas en las actividades.

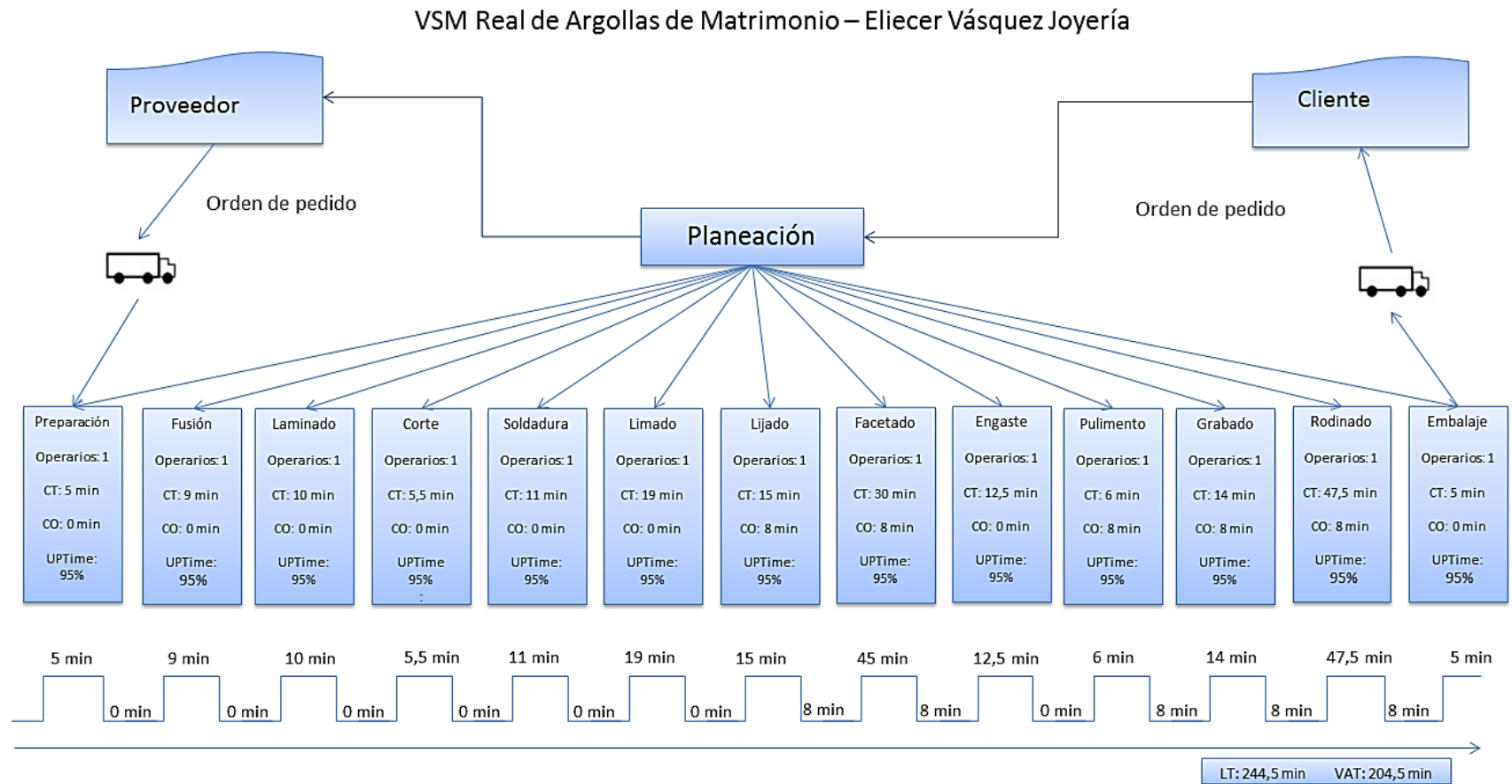
Tabla 13 Datos vsm real

	mínimo	máximo	promedio
1. Preparación	4	6	5
2. Fusión	8	10	9
3. Laminación	9	11	10
4. Corte	5	6	5,5
5. Soldadura	10	12	11
6. Limado	18	20	19
7. Lijado	14	16	15
8. Facetado	40	50	45
9. Engaste	10	15	12,5
10. Pulimento	5	7	6
11. Grabado	13	15	14
12. Rodinado	45	50	47,5
13. Empaquetado	4	6	5
total minutos	185	224	204, 5

total horas	3,08	3,73	3,41
total días	0,39	0,47	0,43

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 14 VSM Real



Fuete: Autor del proyecto.

Se muestran también los datos de los cuatro meses de evaluación y los indicadores correspondientes a los mismos datos.

Tabla 15 Hoja de datos para indicadores final

Datos estadísticos							
Junio	junio	julio	agosto	septiembre			
total de piezas realizadas	22	20	16	20			
pedidos programados	0	0	16	20			
piezas con defectos	8	5	3	2			
piezas entregadas en la fecha pactada	15	13	10	17			
piezas que no cumplen las especificaciones	6	5	6	1			
pedidos con paros en producción	4	4	3	2			
paros por maquinaria	1	1	0	1			
paros por falta de materiales	3	3	3	1			
gramos de oro que entran	330	300	240	300			
gramos de oro que salen	303	280	220	284			

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 16 Indicadores final

Indicadores								
pedidos entregados / pedidos programados		0%		0%		100%		100%
Piezas con defectos / total piezas realizadas		36%		25%		19%		10%
Piezas entregadas en la fecha pactada / total piezas realizadas		68%		65%		63%		85%
Piezas que no cumplen especificaciones / total piezas realizadas		27%		25%		38%		5%
Pedidos con paros de producción / total de piezas realizadas		18%		20%		19%		10%
Paros por maquinaria / paros totales		25%		25%		0%		50%
Paros por falta de materiales / paros totales		75%		75%		100%		50%
Gramos de oro que salen / gramos de oro que entran		92%		93%		92%		95%
Nivel de satisfacción de operarios		80%		80%		85%		95%

Fuente: Autor del proyecto.

4. CONCLUSIONES

Conclusiones generales

Con el desarrollo del proyecto se refleja una variación positiva respecto a la disminución de los reprocesos (del 36% al 10%) y los pedidos devueltos por no cumplir con los requisitos una reducción que resulta positiva (del 27% al 5%), ya que en el manejo del metal dorado (oro), se debe tener cuidado especial por el costo elevado que tiene en el mercado y cualquier proceso que requiera la modificación de las piezas implica un porcentaje de pérdida por el difícil control del polvillo de limadura que resulta de los procesos orfebres, beneficio que se refleja en términos económicos recuperando \$ 327. 000 mcte. mensuales en la variación del primer indicador mencionado y \$ 273. 000 mcte mensuales en la variación del segundo indicador, dejando un monto de \$ 7'200.000 mcte adicional en los estados financieros de la empresa.

Así mismo, el cumplimiento de cronogramas gracias a la reducción de los tiempos de procesos vista en el VSM Real, así como la disminución del indicador de paros en la producción (del 18% al 10%), refleja una imagen seria y positiva de la empresa a la hora de la entrega de los productos al consumidor final en las fechas pactadas, brindando así, una experiencia positiva que incentiva y llama a la creación de relaciones redituables con los clientes, siendo estas en términos financieros, el aumento del flujo de caja y las entradas económicas de la empresa.

De igual manera el aumento del indicador que mide los gramos de oro entrantes y salientes muestra una variación del 92% al 95%, reflejando un mejor manejo de los recursos puesto que en el sector orfebre, el cuidado de materias primas es un factor determinante para la continuidad y éxito en el desarrollo de los procesos.

En términos financieros el 3% de gramos de oro recuperados representan \$702.000 mcte por mes, alrededor \$ 8'424.000 mcte anuales que la empresa deja de perder y puede utilizar para su financiamiento, compra y mantenimiento de equipos o adquisición de nuevas tecnologías.

Cabe resaltar también el mejoramiento del ambiente laboral con el que se trabaja en la empresa, notando y haciéndose evidente en el indicador de satisfacción de los operarios (del 80% al 95%), ya que el cambio de actitud positivo resultado de las capacitaciones, los cambios físicos y la nueva filosofía de mejora continua en la empresa, genera confiabilidad y emana estabilidad para los mismos.

Finalmente la reducción del tiempo de producción total de una pieza (de 325 min a 244,5 min), permitirá la programación de dos (2) órdenes de producción diarias por operario, aumentando la productividad de la empresa teniendo en cuenta el índice de aumento de ventas con el que cuenta la organización, brindando a su vez, la posibilidad de un aumento en los ingresos si se lograra concretar el nivel de ventas presupuestadas.

Conclusiones por objetivos

Se pudo establecer un diagnóstico inicial, en reuniones de las directivas y el estudiante, encuestas y herramientas lean como el VSM, el cual reflejaba el estado con el que se inició el desarrollo del proceso en el cual se evidenciaron falencias en algunos procesos como el descuido de la maquinaria lo cual reduce la vida útil de los equipos y aumenta el valor de depreciación de los mismos siendo un ejemplo de esto el deterioro de equipos evaluados en \$ 6'000.000 mcte por no invertir cerca de \$50.000 mcte en pintura de protección. Los altos índices de devoluciones y reprocesos que generaban pérdidas de cerca de \$9'172.800 mcte, falta de insumos en el desarrollo de las actividades, falencias con las cuales por el desarrollo diario de los procesos, no se tratan con la importancia requerida siendo estas cifras alarmantes para cualquier empresa.

De acuerdo a las herramientas estudiadas de la filosofía lean manufacturing y lo aprendido en la academia a lo largo del proceso formativo de pregrado, se pudo elaborar satisfactoriamente un plan de mejora con herramientas lean tales como layout, jidoka, smed, 5's, tpm mrp, takt time, poke yoke y kanban, el cual pasó de lo general presentado en los textos, a lo específico de la práctica, ajustándose a los recursos de tiempo, dinero y disposición de la empresa para el desarrollo del mismo.

Así mismo, se logró la implementación de las actividades y tareas planteadas en el plan de mejora tales como fichas, tarjetas y tableros, ayudas visuales con las que se logra un aumento en la coordinación de actividades; jornadas de capacitación y jornadas de mantenimiento que evita incurrir en gastos de maquinaria prolongando el proceso de compra de algunos equipos; cuadros de mando y control que brindan a la gerencia un mejor control y a bajo costo; e incentivos al personal de la empresa que impactan de manera positiva, gracias a la colaboración del equipo de trabajo con el cual se desarrolló y a quienes iba dirigido el mismo trabajo.

Finalmente se pudo evaluar el desarrollo del ejercicio mediante la recopilación de los datos y el uso de los mismos en los indicadores establecidos en la fase de diseño, comparando el estado inicial, proyectado y final del desarrollo del objeto social de la empresa evidenciando cambios positivos en los indicadores y la reducción de tiempos en el desarrollo de los procesos y el tiempo entre los cambios de tareas de los mismos, siendo estos cambios, un monto positivo de \$16'000.000 mcte para la empresa durante los cuatro (4) meses de ejecución del proyecto.

Conclusiones del ejercicio académico (ingeniero industrial)

Se pudo evidenciar en el desarrollo del ejercicio, la utilidad de las herramientas matemáticas, sociales, filosóficas y de expresión que a lo largo de la formación académica fueron presentadas en las diferentes áreas de conocimiento brindando a los estudiantes facilidades ante los frecuentes imprevistos que surgen en el desarrollo de la práctica empresarial.

De igual manera se reflejó lo complejo del cambio de mentalidad a un grupo de operarios que han desarrollado durante largos periodos de tiempo una misma actividad y aunque se contaba con disposición para los cambios, había falta de disciplina para seguir las nuevas indicaciones presentadas situación que es y debe seguir siendo superada mediante la constante capacitación de los operarios y administrativos de la empresa.

Se reflejó también, lo positivo de la oportunidad brindada al estudiante para trabajar en pro del mejoramiento de su propia empresa ya que se facilitaban el desarrollo de las actividades y la disposición del personal para la contribución del cumplimiento de los objetivos.

Cabe resaltar también, lo beneficioso que es para el estudiante al momento de terminar su paso por los estudios de pregrado, el contar con una visión amplificada de las falencias y fortalezas con las que cuenta la empresa en la cual seguirá su experiencia laboral ya que podrá trabajar en pro de la eliminación de sus debilidades aprovechando las fortalezas y oportunidades con las que cuenta en su entorno.

5. RECOMENDACIONES

Como complemento del proyecto se propone a la empresa en aras del mejoramiento de su distribución el cambio de los puestos de trabajo por unos con que ocupen menos espacio teniendo en cuenta no alterar la comodidad de los operarios para el desarrollo de sus actividades diarias.

Se sugiere también el cambio del armario con el que se cuenta actualmente para el almacenamiento de los modelos en cera utilizados para la elaboración de piezas por método de centrifugado.

Se propone también la adquisición de un laminador media caña (superficie curva) con rodillos que cuenten con aberturas superiores a las que posee el laminador con el que se cuenta en la actualidad (6 mm como abertura máxima), ya que evitaría el despilfarro del polvo de limadura que se genera al momento de necesitar una argolla media caña de 7 mm de anchor.

6. CRONOGRAMA

Tabla 17 Cronograma

	JUNIO				JULIO					AGOSTO				SEPTIEMBRE			
	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4
Diagnostico																	
Toma de datos y registros VSM																	
Identificación de indicadores																	
Planificación																	
Selección de línea																	
Planificación del proyecto																	
Lanzamiento																	
Reducir tiempos de preparación (SMED)																	
Mejorar orden, limpieza condiciones y lugar de trabajo (5s)																	
Lograr control de calidad (Jidoka)																	
Reducir desperdicios (layout)																	
Estabilización																	
Mejora de mantenimiento (TPM)																	
Mejora de la calidad (MRP)																	
Estandarización																	
Optimizar métodos de trabajo (Poke Yoke)																	
Obtener equilibrio de línea (Takt Time)																	
Fabricación en flujo																	
Reducción de stock (JIT)																	
Sistema pull sincronizado (Kanban)																	
Programa mezcla producción diaria (Heijunka)																	

7. PRESUPUESTO

El presupuesto que se muestra a continuación obedece a los recursos económicos requerido para la elaboración del presente proyecto para un tiempo de duración de 6 meses.

Tabla 18 Presupuesto

RECURSO	Valor Unitario	Empresa	Estudiante	Total
a) Textos.	\$ 0	X		\$ 0
b) Fotocopias.	\$ 50 000		X	\$ 50 000
c) Internet.	\$ 170 000		X	\$ 170 000
d) Normas.	\$ 20 000		X	\$ 20 000
e) Transporte.	\$ 600 000		X	\$ 600 000
f) Computador.	\$ 1 300 000		X	\$ 1 300 000
g)Asesoría especializada.	\$ 50 000		X	\$ 50 000
h) Impresión.	\$ 20 000		X	\$ 20 000
i) Empastes.	\$ 20 000		X	\$ 20 000
j) Otros... (Planos, Fotografías...).	\$ 20 000		X	\$ 20 000
TOTAL				\$ 2 250 000

Fuente: Autor del proyecto

BIBLIOGRAFÍA

BELTRÁN LOZANO, Luz Marina; CASTRO DIAZ, Cristal del mar y PARDO LUNA, Henry Fabián. Creación de un marco referencial para el montaje de un acuerdo exportador en el sector de la joyería del departamento de Santander. Trabajo de grado Profesional Comercio Exterior. Bucaramanga: Universidad Santo Tomas. Facultad de Negocios Internacionales

CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y PRODUCTIVO DE JOYERÍA. Normas técnicas y guías de implementación de normas del sector joyería. ATN/ME-8533-RG. Bucaramanga: Norexport, 2007

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Decreto 545. (25, febrero, 2011). Por la cual se reglamentan los artículos 5, 7, 48 y 50 de la ley 1429 de 2010. Bogotá D.C.: Ministerio, 2011. 6p.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Decreto 1879. (29, mayo, 2008). por el cual se reglamentan la Ley 232 de 1995, el artículo 27 de la Ley 962 de 2005, los artículos 46, 47 y 48 del Decreto Ley 2150 de 1995 y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá D.C, 2008. No 47004.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1429. (29, diciembre, 2010). Por la cual se expide la Ley de Formalización y Generación de Empleo. Diario Oficial. Bogotá D.C, 2010. No 47937.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 232. (26, diciembre, 1995). Por medio de la cual se dictan normas para el funcionamiento de los establecimientos comerciales. Diario Oficial. Bogotá D.C, 1995. No 42162.

HERNANDEZ, Juan Carlos. VIZAN, Antonio. Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. Madrid. Fundación EOI. 2013. 178 p. ISBN 978-84-15061-40-3.

HERNÁNDEZ MATÍAS, Juan Carlos y VIZÁN IDIOPE, Antonio. Libro de lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implementación. Dirigido por Eduardo Lizarralde y Enrique Ferro. 1 ed. Madrid: Fundación EOI, 2013. 178 p. ISBN 978-84-15061-40-3.

LIKER, Jeffrey K. The Toyota Way. New York. McGraw-Hill. CWL Publishing Enterprises, Inc. 2004. ISBN-0-07-139231-9.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Normatividad ambiental y sanitaria. En línea.
http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm

MORENO TARAZONA, Ciro Alfonso y SARMIENTO SUAREZ, Lope. Diseño de un sistema de costos para la industria de la joyería. Trabajo de Grado Contador Público. Bucaramanga: Universidad Santo Tomas. Facultad de Contaduría Pública.

NIÑO LUNA, Luis Fernando. BEDNAREK, Mariusz. Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en pymes industriales mexicanas. En: Ideas Consyteg. Noviembre, 2010. Vol. 5, no. 65, 24 p.

ORTEGA GONZÁLEZ, Marcos Daniel. Propuesta de reorganización del sistema productivo de la planta 2 de industrias PARTMO S.A bajo los lineamientos de lean manufacturing .Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, 2013. 118p.

RAJADELL, Manuel. SANCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Madrid. Ediciones Díaz de Santos. 2010. 260 p. ISBN 978-84-7978-515-4 (Versión electrónica).

SALGUEIRO ANABITARE, Amado. Indicadores de gestión y cuadro de mando. Ediciones días de santos, S.A. 2001 Madrid, España. ISBN 84-7978-492-X.

SIERRA GONZÁLEZ, María Fernanda. Documentación, divulgación e implementación en sus primeras etapas de las diferentes disciplinas del sistema de manufactura esbelta en la planta n°3 de la productora de empaques farmacéuticos "PROENFAR S.A.". Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, 2005. 168p.

VELÁSQUEZ RODRÍGUEZ, Oscar Fabián. Enverdecimiento de la cadena de abastecimiento en las empresas manufactureras bogotanas. Tesis Magister en Ingeniería Industrial. Bucaramanga: Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingenierías de Sistemas e Industrial. Facultad de Ingeniería.

VILLASEÑOR CONTRERAS, Alberto y GALINDO COTA, Edber. Manual de Lean Manufacturing. 1 ed. México DF. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. 2007. ISBN-13:978-968-18-6975-5