



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“MEJORA EN LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD  
PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE BONA  
LOGISTIC E.I.R.L.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

José Manuel Panduro Valderrama

Asesor:

Ing. Cesar Enrique Santos Gonzales

Trujillo - Perú

2019

## DEDICATORIA

*A mi Padre bien amado, Pepe Panduro Ríos; mi bendita madre, Edith Valderrama Rodriguez; mi adorada hermana, Judith Panduro Valderrama; y Romina Zuta Silva; a todos por ser parte fundamental de mi vida, por brindarme su apoyo incondicional, por sus motivación, oraciones, plegarias y por el amor incondicional en todo este tiempo, por confiar en mí y por transmitirme la fuerza para seguir adelante día tras día.*

*A dos esencias que ya no me acompañan en vida, Lucinda Ríos Cárdenas y Manuel Valderrama Lojas, que en vida me dieron muchos momentos de alegrías, buenas lecciones y sobre todo el amor único de abuelos, a Uds., dedico todo mis logros que me hubiera gustado compartirlo en vida propia.*

## AGRADECIMIENTO

*A Dios, fuerza inspiradora que me mantiene en pie de lucha día a día, a la universidad por brindarme todas las herramientas que permitieron mi aprendizaje, a mis mentores, por su infinita paciencia, comprensión y enseñanza; y a toda mi familia que de manera directa e indirecta aportaron en la presente investigación, a todos ellos mi más profunda gratitud.*

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
1.1. Realidad problemática.....	8
1.2. Antecedentes.....	15
1.3. Base teórica.....	18
1.4. Glosario de términos.....	28
1.5. Formulación del problema.....	29
1.6. Objetivos.....	29
1.6.1. <i>Objetivo general</i> .....	29
1.6.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	29
1.7. Hipótesis.....	30
1.8. Variables.....	30
1.8.1. <i>Variable independiente</i> .....	30
1.8.2. <i>Variable dependiente</i> .....	30
1.9. Operacionalización de variables.....	31
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA .....</b>	<b>32</b>
2.1. Materiales instrumentos y métodos.....	33
2.2. Generalidades de la empresa.....	34
2.2.1. <i>Misión y Visión</i> .....	34
2.2.2. <i>Organigrama</i> .....	34
2.2.3. <i>Distribución de la Empresa</i> .....	34
2.2.4. <i>Clientes</i> .....	35
2.2.5. <i>Proveedores</i> .....	36
2.2.6. <i>Principales Productos y/o servicios</i> .....	37
2.2.7. <i>Diagrama de Proceso productivo de la Empresa</i> .....	38
2.3. Diagnóstico de problemáticas principales.....	40
2.4. Procedimiento.....	42
2.5. Identificación de indicadores.....	45
2.6. Estimación de los costos de las causas raíces.....	46
2.7. Solución propuesta.....	48
2.8. Evaluación económica.....	69
2.9. Estado de resultados.....	70
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>76</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades de reproceso.....	12
Tabla 2. Materiales, Instrumentos y métodos .....	33
Tabla 3. Información general de la empresa .....	34
Tabla 4. Causas raíz .....	41
Tabla 5. Matriz de Priorización de las Causas Raíz .....	41
Tabla 6. Procedimiento de la investigación .....	43
Tabla 7. Total, metros recorridos en Layout actual .....	62
Tabla 8. Total, metros recorridos en Layout mejorado.....	63
Tabla 9. Método actual vs mejorado.....	67
Tabla 10. Tabla Capacitación en operaciones de soldadura .....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ventas 2018.....	9
Figura 2. Dimensiones de semi-remolque furgón .....	10
Figura 3. Días de atraso en entregas .....	10
Figura 4. Costo de semi remolque .....	12
Figura 5. Layout actual .....	14
Figura 6. Operacionalización de Variables.....	31
Figura 7. Organigrama.....	34
Figura 8. Ubicación .....	35
Figura 9. Layout actual .....	35
<i>Figura 10. Diagrama Analítico de procesos.....</i>	<i>38</i>
Figura 11. Diagrama Ishikawa de la problemática de Bona Logistic E.I.R.L. ....	40
Figura 12. Impacto por causa raíz .....	41
Figura 13. Diagrama de Pareto .....	42
Figura 14. Matriz de Indicadores.....	45
Figura 15. Gantt actual de la fabricación.....	48
Figura 16. <i>Gantt futuro de la fabricación.....</i>	<i>49</i>
Figura 17. Diagrama de Camino crítico propuesto .....	51
Figura 18. Diagrama de Camino Crítico de la fabricación de plataformas Bona método actual .....	51
Figura 19. Ventas de plataformas 2018 .....	53
Figura 20. Determinación de los Kanban de cada sección .....	54
Figura 21. Kanban del proceso de fabricación de una plataforma .....	56
Figura 22. Casita de calidad de Bona .....	61
Figura 23. Layout actual.....	62
Figura 24. Frecuencias del Flujo de producción .....	63
Figura 25. Recorrido total del flujo actual.....	64
Figura 26. Recorrido total del flujo mejorado .....	64
Figura 27. Diagrama de hexágonos del método Muther .....	65
Figura 28. Layout propuesto.....	65
Figura 29. Flujo de caja de la propuesta de mejora en la gestión de producción y calidad de Bona Logistic E.I.R.L.....	69
Figura 30. Estado de resultados de Bona Logistic actual vs mejorado .....	70
Figura 31. Unidades producidas .....	71
Figura 32. Rentabilidad .....	71
Figura 33. Ventas netas .....	72
Figura 34. Resultado del ejercicio .....	72

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal el incremento de la rentabilidad de una empresa metal mecánica.

En primera instancia se realizó un diagnóstico general de la situación actual de la empresa por cada área de estudio, seleccionando las áreas de Producción y Calidad de semi remolques.

Una vez identificados los problemas, se procedió a redactar el diagnóstico de la empresa, en el cual se tomó en cuenta todas las problemáticas que se evidenciaron.

Posteriormente se realizó la priorización de las causas raíces mediante el diagrama de Pareto y de esta manera poder determinar el impacto económico que generan estas problemáticas representado en pérdidas monetarias.

Es así, que se determinó proponer la implementación de las siguientes herramientas y metodologías: Estudio de tiempos, Kanban, Casita de Calidad, Lean Manufacturing, Pert & CPM; que fueron evaluadas económica y financieramente.

Finalmente, con la información recolectada a través del diagnóstico, se presenta un análisis de resultados con datos cuantitativos para corroborar el logro del objetivo planteado en la presente tesis.

**Palabras clave:** Lean Manufacturing, Kanban, Casita de Calidad, Pert & CPM

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La industria metalmecánica constituye un eslabón básico en el aspecto productivo de una nación. No sólo por su contenido tecnológico, valor agregado, sino también por su articulación con distintos sectores industriales.

Mayormente todos los países con un desarrollo industrial avanzado cuentan con sectores metalmecánicos consolidados, partiendo de grandes potencias hasta países subdesarrollados que cada día implementan nuevas políticas para alcanzar el alto nivel competitivo y productivo que ha adquirido el sector metalmecánico.

Entre los países más desarrollados en la rama metalmecánica del mundo tenemos: Alemania, Japón, China, Estados Unidos y España. El país más desarrollado del continente asiático es Japón, y es considerado una potencia mundial. En la industria metalmecánica japonesa el esfuerzo se centra en la producción e innovación de sus recursos.

El Centro de Estudios Latinoamericanos, en su revista virtual de enero de este año, señala que “La producción industrial metalmecánica creció 10,2% entre enero y octubre de 2018 respecto al similar periodo del 2017, impulsada por la demanda interna como resultado del crecimiento de la inversión pública y privada, señaló hoy la Sociedad Nacional de Industrias (SNI).

El reporte sectorial del Instituto de Estudios Económicos y Sociales (IEES) de la SNI detalla que las actividades del sector metalmecánico que más crecieron en el referido periodo están la producción de motores, generadores, transformadores (132,8%), motocicletas (22,8%), partes, piezas y accesorios para vehículos (15,3%)”.

También carrocerías para vehículos automotores (8,5%), otros productos elaborados de metal (7.1%), motores y turbinas (6,8%), artículos de cuchillería,



herramienta de mano y artículos de ferretería (6,7%), productos metalmecánicos para uso estructural (6,6%), otros hilos y cables eléctricos (6.3%) y pilas, baterías y acumuladores (3,9%).

Bona Logistic EIRL es un fabricante de semi-remolques furgón, tolvas y plataformas. Tiene 2 años de presencia en el mercado de Trujillo y de la zona norte del país. Fue creada a partir de la adquisición de Consermet SAC, que tuvo más de 15 años de actividad.

Las ventas del año 2018 la detallamos en la siguiente tabla

Ventas en Unidades 2018

Unidades	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Furgones de 13.5 M	4	5	6	5	4	6	5	6	5	5	7	6	64
Plataformas	6	4	4	5	4	5	6	5	5	5	3	4	56
Tolvas	2	3	3	1	4	1	2	3	2	2	2	2	27
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>147</b>

*Figura 1. Ventas 2018*

En el presente estudio nos abocaremos a la identificación y propuesta de mejora de la problemática de la gestión de producción de los furgones de 13.5 metros, por ser el producto de mayor presencia de la empresa.

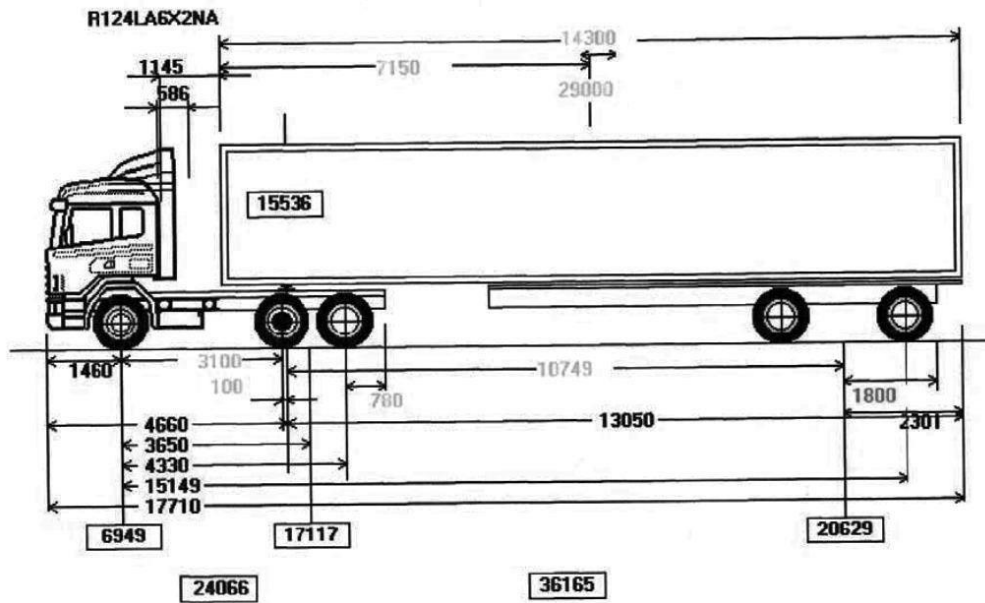


Figura 2. Dimensiones de semi-remolque furgón

La planificación de la producción es deficiente. Aparentemente, por tratarse de una empresa joven, aún no tiene debidamente estandarizado su proceso de fabricación. Faltando determinar y validar los tiempos estándar y Diagrama de operaciones. El mismo problema sucede con los sub-ensambles, que, por lo general no están listos para cuando se requieren para continuar con el ensamblaje de la unidad, generándose tiempos muertos y dilatación del plazo de entrega. Las operaciones que forman parte del camino crítico no se vigilan y se convierten en cuellos de botella. Esto podría estar afectando la percepción que tienen los clientes sobre la confiabilidad de la empresa.

En el siguiente cuadro detallamos esta situación.

Días totales de retraso en la entrega de las unidades 2018													
Unidades	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Furgones de 13.5 M	16	20	16	20	13	22	20	26	22	18	28	15	236
Plataformas	2	6	4	5	3	4	5	4	5	24	5	3	70
Tolvas	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	20
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>27</b>	<b>22</b>	<b>27</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>43</b>	<b>35</b>	<b>20</b>	<b>326</b>

Figura 3. Días de atraso en entregas

Por este motivo es usual que se entreguen las unidades con retraso respecto a lo pactado, haciéndose acreedores al pago de una penalidad de US\$50 por cada día de incumplimiento. Consecuentemente se ha incurrido en un sobrecosto de:

$$236 \text{ días} \times \text{US\$50} \times 3.32 \text{ US\$/Sol} = \text{\$/39,176}$$

Es necesario que la empresa en su conjunto esté debidamente comprometida con la satisfacción del cliente y en lograr su reconocimiento. Los requisitos y objetivos de calidad deben de ser asumidos por todo el personal. En el año 2018, tuvieron el ofrecimiento formal de una empresa de mudanzas internacionales, quien demostró interés en adquirir 4 semi-remolques, pero lamentablemente se frustró la venta, pues el potencial cliente concluyó a través de *Benchmarking*, que no tenía el prestigio de los mejores fabricantes en el norte. Estuvo en desventaja versus Famesa, Bruce y Nassi.

Esta deficiencia en la percepción de calidad de parte de los usuarios – que no se condice necesariamente con la realidad – le ocasionó un lucro cesante de 4 unidades x 11,422 Soles/unidad = S/45,688.

Los reprocesos solicitados por los clientes, debidos a defectos de calidad en los acabados, causaron que varias de las unidades que salen de la fábrica, tuvieran que volver por asuntos menores, que pudieron evitarse si hubiera habido una supervisión eficiente de parte del jefe de taller.

El registro que se guarda en el sistema de órdenes de trabajo del año 2018, es el siguiente:

Tabla 1. *Actividades de reproceso*

Reproceso requerido	Cantidad de O/T	Horas empleadas	Causa de insatisfacción
Sellado deficiente del techo	20	38	• Filtración de agua y polvo.
Rebarbas de soldadura	14	44	• Causan heridas.
Vibración del piso	6	13	• Ruido molesto. • Deterioro de carga.
Excesiva vibración de la estructura del furgón	34	142	• Ruido molesto. • Deterioro prematuro
Fugas en sistema neumático	8	15	• Falla del freno. • Inseguridad. • Incumplimiento de ley.
Falta de hermeticidad en la puerta	12	24	• Filtración de agua y polvo. • Ruido molesto.
Desperfectos en sistema de luces.	5	10	• Inseguridad. • Incumplimiento de ley.
Limpieza inconclusa	18	38	- Insatisfacción.
Defectos en la pintura	3	8	- Insatisfacción.
<b>Total</b>		<b>332</b>	

Fuente: Bona Logistic. Elaboración propia

El costo de producción, margen de utilidad y precio de venta de estas unidades son:

<b>Costo total</b>		<b>S/</b>	<b>38,072</b>
<b>Margen</b>	<b>30%</b>	<b>S/</b>	<b>11,422</b>
<b>Valor venta</b>		S/	49,494
<b>IGV</b>	<b>18%</b>	S/	8,909
<b>Precio de venta</b>		<b>S/</b>	<b>58,403</b>

Figura 4. Costo de semi remolque

En la empresa manejan el tiempo global de 20 días – lo cual se cumple con ciertas excepciones como detallamos líneas arriba para la fabricación de un semi remolque, pero aún no han estandarizado las H-H (horas hombre) utilizados.

Para el desarrollo de la presente tesis, hicimos una medición que nos servirá como punto de partida, la cual deberá validarse posteriormente y hemos establecido que se están empleando 364 horas-hombre en la fabricación de cada uno de estos semi-remolques furgón. Ver detalles al respecto, en el capítulo 2.

Consecuentemente el lucro cesante por hora-hombre es

$$11,422/364 = S/31.38/\text{Hora-Hombre}$$

Entonces podemos decir que por estar reprocesando errores no detectados oportunamente por el jefe de taller en la fabricación de semi-remolques, la empresa tuvo una pérdida anual como lucro cesante de 332 Horas x 31.38 Soles/Hora = S/10,418.

Por otro lado, de actividades de tiempo interno de la habilitación de materiales, que podrían convertirse en actividades de tiempo externo, es decir, realizarlas el paralelo con el resto del proceso. De esta manera el ciclo se reduciría de 163 a 140 horas y en mismo tiempo que hoy producen 64 semi remolques, se podrían hacer 10 unidades adicionales

$$\frac{163 \text{ horas} \times 64 \text{ unidades}}{140 \text{ horas}} = 74$$

Con este criterio, la utilidad adicional proveniente de esta modificación en la programación de la producción, sería 10 unidades x S/11,422 = S/114,220.

La deficiente administración de personal del jefe de taller, quien asigno 1,964 horas-hombre de sobretiempo con sobrecosto de 50%, para la realización de actividades que pudieron hacerse durante la jornada normal de trabajo, ocasionaron un costo – que se pudo obviar con un correcto balance de línea- de S/16,203.

Finalmente, detallamos el *layout* de la fábrica. En el podemos observar los desplazamientos que realizan los trabajadores para recoger los suministros del almacén. La sumatoria es 59 metros. En promedio realizan 4 desplazamiento diario de ida y vuelta

por cada unidad construida, durante los 21 días que demora la construcción. En consecuencia, recorren:

21 días x 59 metros x 2 ida vuelta x 4 veces diaria x 2 hombres x 12 meses = 237,888 M

El sistema actual de aprovisionamiento de cada área, implica que los operarios se desplacen hasta el almacén, para que recojan sus materiales, dejando de producir mientras realizan esta acción. No tienen un sistema de *Kanban* que permita un abastecimiento automático directamente a su sección, impulsado por el *pull* de la venta de las unidades.

Asumiendo que ese recorrido se hace aproximadamente a 1 Km/Hora, porque generalmente es llevando materiales pesados, cada año se gastan 238 horas, con un lucro cesante de  $238 \times 31.38 \text{ soles/H-H} = S/7,465$ .

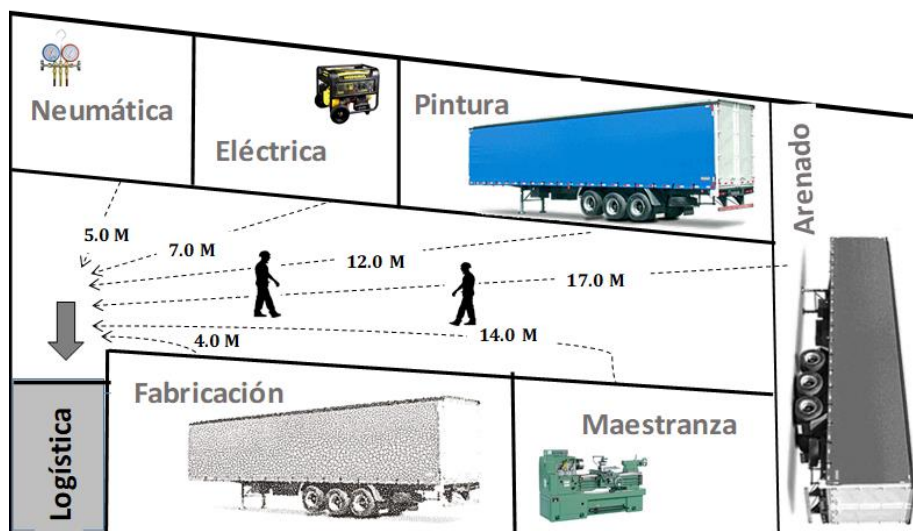


Figura 5. Layout actual

## 1.2. Antecedentes

### Antecedentes Internacionales

**TESIS: “Mejoras de *Lean Manufacturing* en los sistemas productivos”, elaborada por Tejada Valladares, Anne Sophie, para obtener el grado de ingeniero industrial del Instituto Tecnológico de Santo Domingo–República Dominicana, 2011**

“En general, Lean Manufacturing aumenta más del 30% anual en productividad, mejora más de 10% en la utilización de labor directa, mejora 50% en la utilización de labor indirecta, mejora de un 30% del espacio y maquinaria, reducción de costos y reducción de la energía utilizada.”

**TESIS: “Reingeniería del proceso productivo de fabricación de carrocerías de bus interprovincial Silver Plus y C5 para disminuir los retrasos y número de reprocesos en la empresa Cepeda Cía. Ltda. de la ciudad de Ambato”.** Elaborada por Edison Viera y Gonzalo Naranjo, para obtener el grado de Ingeniero Industrial de la facultad técnica de Ambato, Ecuador, 2017

” Mediante el levantamiento de actividades y sub actividades en las diferentes secciones de Cepeda Cía. Ltda. se pudo determinar que existía una demasía de 11.03 horas por lo que se redujo el tiempo promedio de movimiento de la línea de producción de 34 a 32 horas laborables.

Se determinó por medio de los diagramas *PERT/CPM* que las horas extras no son necesarias a excepción de la sección terminados quienes tienen una carga laboral de 39,48 horas, razón por la cual se suspenden las horas extras, salvo el caso que existan retrasos por factores externos como por ejemplo fallas en materias primas, mala calidad de insumos o por incumplimiento de proveedores.

Por medio de la implantación del manual de producción se logró disminuir el 67% del número de 276 reprocesos y con esto se eliminan los retrasos en la producción ocasionados por dichas fallas.

Cuando un reproceso es causado por descuido del obrero este está en la obligación de corregir la falla al final de la jornada sin derecho a consideración de hora extra.

La sección que ocasiona más reprocesos es terminada en la mayoría de casos por falta de precaución de los obreros al realizar sus actividades.

En la sección forros interiores se implanto una actividad final que consta en la revisión y detección de fallas con el fin de que exista una constancia de estado en que la unidad pasa a la sección de terminados.

### **Antecedentes Nacionales**

**TESIS “Herramientas de Manufactura Esbelta aplicadas a una propuesta de mejora en un laboratorio químico de análisis de minerales de una empresa comercializadora”**, elaborada por Ruiz Castillo, Evelyn y Mayorga Peña, María para obtener el grado de Maestro en Gerencia de operaciones en la Escuela de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013 sostiene que :

“...Incrementando la cantidad de analistas a 30 personas y aplicando las técnicas de Manufactura Esbelta, *Kanban* de planificación, 5’S de Orden y Limpieza, se reducirán los tiempos de los procesos de análisis por lo menos la cuarta parte pasando de 16 días a 4 días ya que los procesos estarán controlados y el personal estará más cómodo al realizar su trabajo, reduciendo así los costos en un 30%...”

**TESIS: “Análisis y mejora de procesos y distribución de planta en una empresa que brinda el servicio de revisiones técnicas vehiculares”** elaborada por



Fuertes Vara, Wilder, para obtener el grado de Ingeniero Industrial en la, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012, se obtuvo:

“Se planteó una distribución de planta para cada año del proyecto, con lo cual se amplió la capacidad de atención en un 12%.” “Se calculó el ahorro por H-H que se genera al implementar las propuestas de mejora para cada estación de trabajo. Luego, se procedió a calcular el costo de H-H pagado por la empresa a cada operario de la estación de trabajo. Posteriormente, se planteó un flujo de caja para el primer año definiendo el ahorro como ingreso y los costos de la implementación como egresos. Como resultado se obtuvo un VAN económico de S/. 17, 804.80.” “Se redujo el tiempo de operación en casi todas las estaciones de trabajo. En la estación de ingreso de datos se planteó crear un acceso de pre-ingreso mediante una página web. Esto trajo consigo un estimado de reducción del 13%. En la estación de inspección visual se creó un formato *Check List* para agilizar el recojo de la información. Con este formato se estima recortar el tiempo de operación en un 16%. En la estación de entrega de certificados se planteó una remodelación de la estación de trabajo: con la creación de muebles especiales para el trabajo a realizar se estima reducir el tiempo en un 17%.”

### **Antecedentes Locales**

**TESIS: “Propuesta de desarrollo de *Lean Manufacturing* en la reducción de costos por reprocesos en el área de pintado de la empresa Factoría Bruce s. a.”**, elaborada por Becerra Miñano, Wilson y Vilca Quispe, Eduardo, para obtener el grado de Ingeniero Industrial, de la facultas de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, sede Trujillo, 2013.

Con la elaboración de esta propuesta de desarrollo se puede llegar a reducir tiempos de reproceso y mejorar la calidad del bus, dando una debida inspección e identificación

de errores para su inmediata solución y/o reparación, para así evitar reprocesos en la etapa de entrega del producto.

### **1.3. Base teórica**

#### **A. Balance de línea**

Típicamente, algunas operaciones toman más tiempo que otras, dejando a los operadores sin nada que hacer mientras esperan la siguiente parte. Por otro lado, algunas operaciones tal vez necesiten más de un operador. El balanceo de línea es un proceso a través el cual, con el tiempo, se van distribuyendo los elementos del trabajo dentro del proceso en orden, para que alcance el takt time.

El balanceo de línea ayuda a la optimización del uso de personal. Al balancear la carga de trabajo, se evitará que algunos trabajen de más y que otros no hagan nada. Manteniendo en mente que la demanda del consumidor tal vez fluctúe, cambie el *takt time* que es la velocidad con la que los clientes hacen pull sobre el inventario de productos terminados y, entonces, será necesario re-balancear la línea cada vez que esto ocurra.

Para lograr este balanceo se define el tiempo de ciclo (es el tiempo transcurrido desde el inicio de una operación hasta que se completa es decir, tiempo de proceso), el tiempo de valor agregado (es el tiempo de los elementos de trabajo que actualmente transforman los productos en lo que se desea el cliente y está dispuesto a pagar) y gráfica del balanceo de operador (es una representación de los elementos de trabajo, el tiempo requerido y los operarios en cada estación).

#### **B. Benchmarking**

Es el proceso mediante el cual se recopila información y se obtienen nuevas ideas, mediante la comparación de aspectos de tu empresa con los líderes o los competidores más fuertes del mercado.

El benchmarking es un punto de referencia sobre el cual las empresas comparan algunas de sus áreas y consiste en tomar como referencia a los mejores y adaptar sus métodos, sus estrategias, dentro de la legalidad. Por ejemplo, puedes adaptar las mejores prácticas en atención y servicio al cliente.

#### Objetivos del *benchmarking*

Nos encontramos en un mundo enormemente competitivo donde las empresas han de compararse con lo mejor que haya en el mercado para ganar ventaja en áreas fundamentales como en:

Nivel de calidad: El valor creado sobre un producto, teniendo en cuenta su precio y los costes necesarios para su fabricación y venta.

Productividad: Las empresas comparan cuánto producen y cuánto consumen para obtener esa cantidad con el objetivo de comparar eficiencia en los procesos.

#### Tipos de *benchmarking*

Interno: Se suele dar en grandes empresas formadas por numerosos departamentos y/o divisiones, en las que es muy común compara los niveles alcanzados dentro de la misma organización.

Competitivo: Se utiliza cuando hay una competencia agresiva, comparando algunos aspectos con los competidores más directos o con los líderes del mercado sobre un cierto producto. Normalmente, es el tipo de benchmarking más complicado de llevar a cabo dada la limitada información que las empresas ofrecen sobre sus procesos.

Funcional: Consiste en compararse con empresas que no pertenecen a tu misma industria; con este consigues la ventaja de obtener la información necesaria al no ser competidor de la empresa.

### C. Casita de la Calidad

La Función de Despliegue de la Calidad (Quality Function Deployment - QFD) o comúnmente conocida como Casa de la Calidad es una representación gráfica para el diseño para la Calidad que busca focalizar el diseño de los productos y servicios y cómo éstos se alinean con las necesidades de los clientes.

La Casa de la Calidad permite la documentación formal del proceso lógico a través de la superposición de matrices donde se traducen las necesidades de los clientes en características específicas de productos o servicios. Esta herramienta permite entre otras cosas entender mejor las prioridades de los clientes y buscar cómo responder de forma innovadora a dichas necesidades.

La estructura matricial de la Casa de la Calidad o Función de Despliegue de la Calidad es la siguiente:

1. **Requerimientos de los Clientes:** Esta es generalmente la primera parte de la matriz a completar dado que es la más importante. Debe considerar la lista de los requerimientos del cliente sobre el producto o servicio en sus propias palabras. También se deben priorizar dichos requerimientos de modo que se pueda identificar cómo percibe el cliente la importancia relativa de cada uno.

2. **Evaluación Competitiva:** Muestra una comparación competitiva (benchmark) de la empresa frente a los competidores relevantes en los atributos considerados más importantes por los clientes en la calidad del producto.

3. **Características Técnicas:** Esta sección de la Casa de la Calidad se refiere a las características técnicas o de ingeniería del producto o servicio que la empresa ha detectado que contribuyen de alguna forma en satisfacer las necesidades de los clientes.

4. Relaciones: Esta sección es vital en la estructura de la Casa de la Calidad dado que relaciona cuantitativamente las necesidades de los clientes con las características de la calidad. Es importante identificar qué características técnicas contribuyen a satisfacer una determinada necesidad y en qué magnitud sucede esto. Se utilizan notaciones gráficas que muestran relaciones "Fuertes", "Medias" o "Bajas".

5. Correlaciones: Se identifican las correlaciones existentes entre las características técnicas.

6. Objetivos: Muestra los valores metas a alcanzar en cada característica técnica y adicionalmente incorpora un benchmark entre la empresa y los competidores relevantes.

#### **D. Trabajo estandarizado**

Es un conjunto de procedimientos de trabajo que establecen el mejor método y secuencia para cada trabajo. Provee las bases para tener altos niveles de productividad, calidad y seguridad.

#### **E. Estudios de tiempos**

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos del trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para realizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución establecida. (Oficina Internacional de Ginebra, 2011).

Cualquiera de las técnicas de medición de trabajo –estudio de tiempos con cronómetro (electrónico o mecánico), sistemas de tiempo predeterminado, datos estándar, fórmulas de tiempos o estudios de muestreo de trabajo- representa una mejor forma de establecer estándares de producción justos. Todas estas técnicas se basan en

el establecimiento de estándares de tiempo permitido para realizar una tarea dada, con los suplementos u holguras por fatiga y por retrasos personales e inevitables.

Los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible incrementar la eficiencia del equipo y el personal operativo; los estándares mal establecidos, aunque es mejor tenerlos que no tener estándares, generan costos altos, inconformidades del personal y posiblemente fallas de toda la empresa. Esto puede significar la diferencia entre el éxito y el fracaso de un negocio. (Niebel, Benjamín y Freivalds, Andris, 2014)

Para realizar un estudio de tiempo se necesitan tres materiales que son fundamentales para la realización de este:

- Un cronómetro
- Un tablero de observaciones
- Formularios de estudios de tiempo

De los cuales uno o todos pueden ser reemplazados por equipos electrónicos. Estas herramientas deben llevar todos los especialistas para su labor en el campo de trabajo, así como una cinta métrica, una regla de metal, un micrómetro. Pero, además, los analistas tendrán en su oficina otros materiales los que ayuden a realizar el análisis de los datos obtenidos ya sea desde una calculadora hasta un ordenador y siempre habrá un reloj de precisión con segundero para registrar las horas de inicio y las de fin de los estudios. (Oficina Internacional de Ginebra, 2011).

## **F. Kanban**

Es una herramienta que ayuda a mejorar el flujo de materiales en una línea de ensamble. Usa una especie de “etiqueta de instrucción”, que sirve como orden de trabajo, informando acerca de lo que se va a producir, en qué cantidad, mediante qué medios, y en que se transportará. En esencia los Kanban solo podrán ser aplicados en fábricas que tengan producción repetitiva. Womack&Jones. Lean thinking (2003) .

Kanban es palabra japonesa que significa: etiqueta de instrucción.

Fue desarrollado por Toyota en la década de los 50, como una manera de manejo de flujo de materiales en una línea de ensamble. Para muchas compañías del Japón el corazón de este proceso es el *Kanban* quien directa e indirectamente maneja mucho de organización manufacturera. (Palomino, Miguel, 2012)

#### **E. Critical Path Method (Método de la ruta crítica o CPM)**

El método de la ruta crítica CPM (*Critical Path Method*), es un algoritmo basado en la teoría de redes diseñado para facilitar la planificación de proyectos. El método de la ruta crítica o del camino crítico es un algoritmo utilizado para el cálculo de tiempos y plazos en la planificación de proyectos.

Este sistema de cálculo conocido por sus siglas en inglés CPM (Critical Path Method), fue desarrollado en 1957 en los Estados Unidos de América, por un centro de investigación de operaciones para las firmas Dupont y Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos mediante la planificación y programación adecuadas de las actividades componentes del proyecto. Otro proyecto importante de esa época, el proyecto del misil "Polaris" originó en 1958 la creación de uno de los métodos de programación por camino crítico, conocido con el nombre de PERT (*Program Evaluation and Review Technique*).

En administración y gestión de proyectos, una ruta crítica es la secuencia de los elementos terminales de la red de proyectos con la mayor duración entre ellos, determinando el tiempo más corto en el que es posible completar el proyecto. La duración de la ruta crítica determina la duración del proyecto entero. Cualquier retraso en un elemento de la ruta crítica afecta a la fecha de término planeada del proyecto, y se dice que no hay holgura en la ruta crítica.

Un proyecto puede tener varias rutas críticas paralelas. Una ruta paralela adicional a través de la red con la duración total cercana a la de la ruta crítica, aunque necesariamente menor, se llama ruta sub-crítica.

#### **F. Producción Esbelta (*Lean manufacturing*):**

Manufactura Esbelta o Manufactura Flexible constituyen un conjunto de herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no agregan valor a un producto, servicio o un proceso, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador. La Manufactura Esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre algunos.

#### **G. *Mudas***

Muda es una palabra japonesa que significa “inutilidad; ociosidad; desperdicio; superfluidad” y es un concepto clave en el Toyota Production System (TPS) o Manufactura Esbelta como uno de los tres tipos de residuo (muda, mura, mun). Reducir los residuos es una manera efectiva de aumentar la rentabilidad. Toyota escogió estas tres palabras que comenzaban con el prefijo “mu” que es reconocido en Japón como referencia a un programa o campaña de mejora de un producto.



Un proceso agrega valor al producir bienes o proveer un servicio por el que un cliente pagará. Un proceso consume recursos y los residuos ocurren cuando se consumen más recursos de los necesarios para producir los bienes o la prestación del servicio que el cliente realmente quiere. Las actitudes y herramientas del TPS sensibilizan y dan nuevas perspectivas para identificar los residuos y las oportunidades no explotadas asociadas con la reducción de residuos.

Muda ha recibido más atención como residuo que las otras dos, lo que significa que mientras los practicantes de Lean han aprendido a ver muda no ven de la misma manera mura (desnivel) y muri (sobrecarga). Así, mientras que se centran en conseguir su proceso bajo control no dan tiempo suficiente para la mejora del proceso de rediseño.

### **Los Siete Desperdicios**

Uno de los pasos claves en Lean y TPS es la identificación de cuales pasos agregan valor y cuáles no. Al clasificar las actividades del proceso en estas dos categorías es posible emprender acciones para mejorar las primeras y eliminar las segundas. Algunas de estas definiciones podrán parecer “idealistas” pero esta definición dura es vista como importante para la efectividad de este paso clave.

Una vez que el trabajo de valor agregado ha sido separado del residuo, el residuo puede ser subdividido en residuo “necesita realizarse, pero no añade valor” y residuo puro. La identificación clara de “trabajo sin valor agregado”, distinto de residuo o trabajo, es crítica para identificar los supuestos y las creencias detrás del proceso actual de trabajo y para desafiarlos en su momento.

La expresión “aprender a ver” proviene de una capacidad que se desarrolla para ver el residuo donde no había sido percibido antes. Muchos han tratado de desarrollar

esta habilidad con “viajes a Japón” para visitar Toyota y ver la diferencia entre su operación y la que ha estado bajo mejora continua durante 30 años bajo el TPS. Los siguientes “siete residuos” identifican los recursos que son comúnmente desperdiciados. Fueron identificados por el Ingeniero en Jefe de Toyota, Taiichi Ohno como parte del Sistema de Producción Toyota.

### **Transportación**

Cada vez que un producto es movido, tiene el riesgo de ser dañado, perdido, tener retraso, etc. Además de ser un costo de no valor añadido. La transportación no hace ninguna transformación al producto que el cliente está dispuesto a pagar.

### **Inventario**

Inventario, ya sea en forma de materias primas, productos en proceso o también conocido como WIP, o productos terminados, representa un desembolso de capital que aún no ha producido un ingreso ya sea por el productor o para el consumidor. Cualquiera de estos tres elementos no están activamente procesados para añadir valor es desperdicio.

### **Movimiento**

En contraste con el transporte, que se refiere a los daños a los productos y los costos de transacción asociados con el movimiento de ellos, el movimiento se refiere a los daños que ocasiona el proceso de producción de la entidad que crea el producto, ya sea a través del tiempo (desgaste de los equipos y las lesiones por esfuerzo repetitivo para los trabajadores) o durante eventos discretos (accidentes daños al equipo y / o lesionar a los trabajadores).

## **Espera**

Siempre que los bienes no se encuentran en el transporte o en trámite, están esperando. En los procesos tradicionales, una gran parte de la vida de un producto individual que se gasta en espera de ser trabajado.

## **Sobre Procesamiento**

Durante el procesamiento se produce cada vez que se realiza más trabajo en una pieza de lo requerido por el cliente. Esto también incluye el uso de herramientas que son más precisas, un complejo o caro de lo absolutamente necesario.

## **Sobre Producción**

La sobreproducción se produce cuando se produce más producto de lo que se requiere en ese momento por sus clientes. Una práctica común que conduce a esta muda es la producción de grandes lotes. La sobreproducción es considerada la peor muda porque oculta y / o genera todos los demás. La sobreproducción conduce a exceso de inventario, el cual requiere el gasto de los recursos de espacio de almacenamiento y conservación, actividades que no benefician a los clientes.

## **Defectos**

Cada vez que aparecen imperfecciones, se incurre en costos adicionales reelaboración de la parte, reprogramación de producción, etc. El defecto en la práctica a veces puede duplicar el costo de un solo producto. Esto no debe ser transmitido al consumidor y debe ser tomado como una pérdida.

#### 1.4. Glosario de términos

- **EOQ**

Lote económico de compra

- **Eficiencia**

Es la capacidad de usar mejor los recursos productivos ociosos, es decir usar de mejor manera los factores de producción de bienes o ya sea de servicios.

- **Crítico**

Imperfección, desperfecto, deficiencia, tacha, carencia, falta, fallo, lacra, tara, maca, pero, sombra, vicio.

- **SMED**

En gestión de la producción, SMED (acrónimo de Single-Minute Exchange of Die) es un método de reducción de los desperdicios en un sistema productivo que se basa en asegurar un tiempo de cambio de herramienta de un solo dígito de minutos.

- **Calidad**

Conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto a las restantes de su especie.

- **Proveedor**

Es una empresa o persona física que proporciona bienes o servicios a otras personas o empresas. Por su función existen tres tipos de proveedores para las empresas.

## 1.5. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción y calidad sobre la rentabilidad de Bona Logistic E.I.R.L.?

## 1.6. Objetivos

### 1.6.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción y calidad sobre la rentabilidad de Bona Logistic E.I.R.L.

### 1.6.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de las áreas de Producción y Calidad de Bona Logistic E.I.R.L
- Identificar que metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial se puedan aplicar en las áreas de Producción y Calidad de Bona Logistic E.I.R.L
- Proponer las metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial a utilizar en las Área de Producción y Calidad de Bona Logistic E.I.R.L
- Aplicar e implementar las metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial en las áreas de Producción y Calidad de Bona Logistic E.I.R.L
- Evaluar el impacto económico de la propuesta de mejora.

## **1.7. Hipótesis**

La propuesta de mejora en la gestión de producción y calidad incrementa la rentabilidad Bona Logistic E.I.R.L

## **1.8. Variables**

### **1.8.1. Variable independiente**

Propuesta de mejora

### **1.8.2. Variable dependiente**

Rentabilidad/ Ventas

## 1.9. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Fórmula	Escala
<b>Propuesta de mejora en la gestión de producción y de calidad de BONA LOGISTIC EIRL (V.INDEPENDIENTE)</b>	Uso de herramientas de la ingeniería industrial, para incrementar la rentabilidad.	La propuesta permite mejorar la planificación de la producción y mantener bajo control la calidad del proceso de fabricación de semi remolques	Producción	Retrasos en entrega de las unidades solicitadas	$\frac{\text{Total días de atraso en entrega}}{\text{Total días pactados para la entrega}}$	Razón
				Unidades dejadas de producir por desaprovechar el tiempo	$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades potenciales}}$	Razón
			Calidad	Ventas frustradas por calidad deficiente	$\frac{\text{Utilidad perdida de ventas frustradas}}{\text{Total utilidad anual}}$	Razón
				Reprocesos	$\frac{\text{Horas de reproceso}}{\text{Total horas de producción}}$ $\frac{\text{Lucro cesante del tiempo reprocesando}}{\text{Total utilidad anual}}$	Razón
<b>Rentabilidad (V.DEPENDIENTE)</b>	Capacidad de obtener ganancias económicas a partir de una inversión.	Capacidad de obtener ganancias a través de la implementación de esta propuesta de mejora			$\frac{\text{Utilidad}}{\text{Ventas netas}}$	Razón

Figura 6. Operacionalización de Variables

# **CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA**



## 2.1. Materiales instrumentos y métodos

Tabla 2. *Materiales, Instrumentos y métodos*

Objetivo	Fuente	Método	Herramienta, instrumentos y materiales	Logro
Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de Producción y Calidad sobre la rentabilidad de BONA LOGISTIC EIRL.	Estados financieros de Bona Logistic y pronósticos	Revisión documental	Estado de resultados comparativo. Entrevistas	Determinación del incremento de rentabilidad con la propuesta de mejora
Realizar el diagnóstico de la problemática del área de Producción y calidad.	Bona Logistic	Observación directa	Hoja de observación Fotografías Internet Ishikawa Pareto Encuestas	Descripción de la realidad problemática de la empresa
Proponer las metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial a utilizar en las áreas de producción y calidad.	Referencias bibliográficas	Revisión sistemática	Lean Manufacturing Kanban Casita de la calidad (QFD) Pert & CPM	Determinación de herramientas para propuesta de mejora
Evaluar el impacto económico de la propuesta de mejora.	Flujo de caja Bona logistic e inversión propuesta	Cálculo de indicadores	Hoja de cálculo de Excel	Determinación de VAN, TIR, Utilidad sobre ventas netas

Fuente. Elaboración propia

## 2.2. Generalidades de la empresa

### 2.2.1. Misión y Visión

#### Visión

Seremos reconocidos como una alternativa confiable y de calidad en la fabricación de carrocerías y estructuras metálicas

#### Misión

Producimos carrocerías y estructuras metálicas que nos permite generar rentabilidad, confianza y satisfacción para nuestros clientes y colaboradores.

### 2.2.2. Organigrama

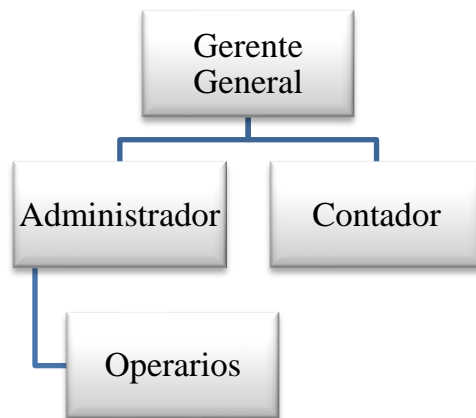


Figura 7. Organigrama

### 2.2.3. Distribución de la Empresa

Bona Logistic EIRL es una empresa del sector metalmecánico dedicada a la fabricación de carrocerías y estructuras metálicas. Inició sus actividades el 16 de marzo del 2016. Anteriormente operó con la razón social de Consermet SAC.

Tabla 3. Información general de la empresa

<b>Razón social</b>	Bona Logistic EIRL.
<b>Gerente general</b>	Monteza Bejarano David Antonio
<b>RUC</b>	20601087171
<b>Dirección</b>	Vía de Evitamiento Km. 580 Huanchaco
<b>Departamento</b>	La Libertad
<b>Provincia</b>	Trujillo
<b>Distrito</b>	Huanchaco

Fuente: Sunat



Figura 8. Ubicación

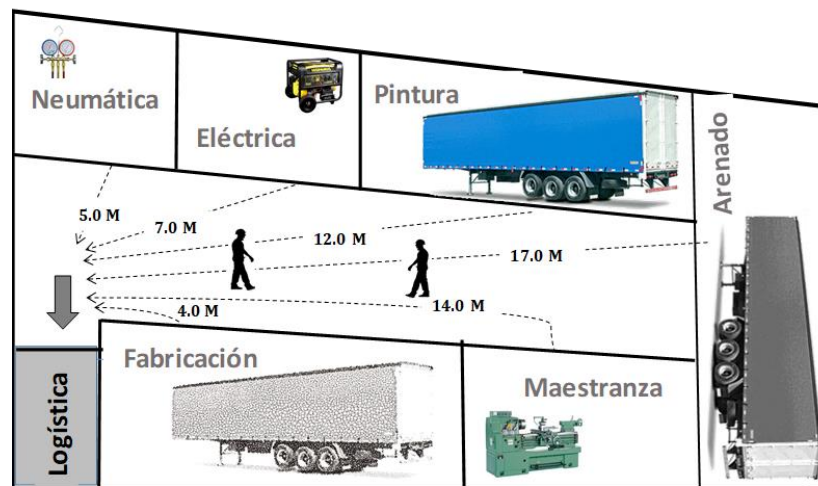


Figura 9. Layout actual

#### 2.2.4. Clientes

- Fertilizantes Santa Ana S.A.C

- Comercio CIA S.A.C
- Acuario S.A
- Catalán S.A
- ATG S.A.C
- JP Logística S.A.C

### **2.2.5. Proveedores**

- a. Productos de acero
  - Polimetales SAC.
  - American Engineered Products SAC.
  - Miromina SAC.
  - Tubisa SAC.
  - Comercial RC SRL.
  - Depositos Pakatnamu SAC.
  - Ragen SA.
- b. Vidriería
  - Vidriería 28 de julio SAC (furukawa)
- c. Suspensión
  - Autopartes ferrosos SAC
  - Solutra SAC.
  - Rudi SAC
- d. Sistema eléctrico
  - Rexel EIRL
  - Pk trading internacional.
  - Resedisa eirl
- e. Soldadura
  - Oxyman Comercial S.A.C.

- Praxair Perú S.R.L.
- Sedisa S.A.C.
- Comercial RC S.R.L
- Depósitos Pakatnamu S.A.C.
- f. Pintura
  - Matizados Auto Perú S.A.C.
- g. Conectores y mangueras
  - Laida S.A.C.
  - Automotores Trujillo
  - Ferretería Kou
- h. Accesorios hidráulicos
  - Merick
- i. Seguridad industrial
  - Suministros industriales S.A.C
  - 3F industrial S.A.C.
  - Incal Safety S.A.C.
  - Esvar,s S.A.C.

#### **2.2.6. Principales Productos y/o servicios**

- Tanques cisternas  
Cargamento de agua, combustible, etc.
- Canastas cañeras  
Carga de cañas
- Remolques y semirremolques  
Remolques son vehículos sin motor, que van remolcados por un vehículo remolcador.

Semirremolques son vehículos sin motor, que van enganchados o acoplados sobre la 5° rueda de una cabeza tractora.

- Corte y doblado

Servicios de maestranzas y torneados. Corte en plasma

- Plataforma

Estructura con plancha metálica A36

Suspensión neumática o mecánica

Carteras internas o externas. Con patas de apoyo marca AMPRO

Accesorios como: púas, porta extintores, porta conos, con llanta dual, etc.

### **2.2.7. Diagrama de Proceso productivo de la Empresa**

*Figura 10.* Diagrama Analítico de procesos



BONA LOGISTICS EIRL

	N°	Horas	H-H
Operación&Inspección	12	23.0	27.00
Operación	42	135.00	404.00
Inspección	5	5.00	9.00
Demoras	0	-	-
Transportes	5	-	-
Almacenamiento	1	-	-
<b>Total horas</b>		<b>163.00</b>	<b>440.00</b>

Versión	1 de 1	001
Fecha de realización:	29/05/2019	
Reemplaza a la del :	No hay anterior	
Nombre del documento		
<b>DIAGRAMA DE OPERACIONES SEMI-REMOLQUE</b>		
Elaborado por : José Panduro Valderrama		

Actividad	□	○	□	D	⇨	△	Metros	Horas	Maestranza	Fabricación	Soldador	Maestro	Pintor
									H-H	H-H	H-H	H-H	H-H
1 Cortar de almas	x							2.00	4.00	0.00	0.00	1.00	0.00
2 Cortar de platinas	x							2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3 Corte del doblado de puentes	x							2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4 Corte de portallantas	x							2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5 Corte de travesaños	x							2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6 Corte del mamparón	x							2.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7 Corte de carteras	x							2.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8 Corte de vigas laterales	x							2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9 Corte de parachoques	x							2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10 Corte de soportes	x							2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11 Corte de balancines	x							2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12 Corte de diagonales	x							1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13 Inspección de habilitado					x			1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
14 Ingreso ejes,muelles,King pim, gatas, frenos y llantas						x	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15 Ingreso de vigas y puentes		x					4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16 Montaje de almas		x						6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	0.00
17 Ajuste de platinas		x						5.00	1.00	5.50	8.00	6.00	0.00
18 Montaje de platinas		x						4.00	1.00	5.00	5.000	1.00	0.00
19 Calado de travesaños		x						4.00	1.00	5.00	5.000	1.00	0.00
20 Montaje de puentes		x						5.00	2.00	10.00	5.000	0.00	0.00
21 Montaje de parachoques		x						4.00	2.00	8.00	8.000	0.00	0.00
22 Montaje de travesaños		x						6.00	2.00	8.00	8.000	0.00	0.00
23 Montaje de refuerzos laterales		x						5.00	2.00	5.00	5.000	0.00	0.00
24 Montaje de diagonales		x						0.00	0.00	6.00	6.000	2.00	0.00
25 Ingreso de pisos y laterales		x					4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26 Montaje perfiles laterales		x						5.00	0.00	5.00	8.00	0.00	0.00
27 Montaje piso		x						6.00	0.00	6.00	8.00	2.00	0.00
28 Montaje carteras		x						5.00	0.00	5.00	2.00	0.00	0.00
29 Montaje de ganchos		x						4.00	0.00	2.00	4.00	0.00	0.00
30 Montaje platina de carteras		x						2.00	0.00	2.00	4.00	0.00	0.00
31 Montaje cajón herramientas		x						1.00	0.00	1.50	4.00	0.00	0.00
32 Ingreso de eje maestro King Pim		x				x	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33 Cortar agujero para King Pim		x						2.00	2.00	1.50	2.00	0.00	0.00
34 Montaje de plancha King Pim		x						4.00	2.00	3.00	4.00	0.00	0.00
35 Montaje soportes plancha K P		x						3.00	0.00	3.00	6.00	0.00	0.00
36 Montaje de King Pim		x						3.00	0.00	3.00	6.00	2.00	0.00
37 Corte agujeros rampa delantera		x						0.00	2.00	1.50	0.00	0.00	0.00
38 Ingreso sistema neumático		x				x	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39 Inpección neumática		x						1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
40 Montaje sistema neumático		x						0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00
41 Ingreso manparón		x				x	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42 Montaje mamparón		x						5.00	0.00	5.00	3.00	0.00	0.00
43 Montaje vigas de amarre		x						3.00	0.00	3.00	3.00	0.00	0.00
44 Montaje refuerzos laterales		x						3.00	2.00	3.00	2.00	0.00	0.00
45 Montaje de techo		x						5.00	0.00	5.00	8.00	0.00	0.00
46 Montar puerta		x						2.00	0.00	2.00	4.00	0.00	0.00
47 Montaje de escalera		x						0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
48 Ingreso de suspensión		x					4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49 Montaje soportes y balancines		x						5.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00
50 Montaje gatas de apoyo		x						4.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00
51 Montaje de muelles		x						4.00	0.00	6.00	2.00	0.00	0.00
52 Montaje llantas		x						5.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00
53 Ingreso sistema eléctrico		x					4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
54 Montaje ductos eléctricos		x						3.00	0.00	10.00	2.00	0.00	0.00
55 Instalación de faros		x						2.00	0.00	3.00	2.00	0.00	0.00
56 Inspección eléctrica		x						1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
57 Ingreso a área de pintura		x				x	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58 Lijado y masillado		x						5.00	0.00	8.00	0.00	0.00	20.00
59 Pintura base		x						5.00	0.00	8.00	0.00	0.00	10.00
60 Pintura de acabado		x						5.00	0.00	5.00	0.00	0.00	10.00
61 Inspección de pintura		x						1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
62 Colocar escarpines		x						2.00	0.00	3.00	1.00	0.00	0.00
63 Instalar sistema neumático		x						3.00	0.00	6.00	3.00	0.00	0.00
64 Inspección final		x						1.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00
65 Almacén		x				x	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>								<b>163.00</b>	<b>52.00</b>	<b>185.00</b>	<b>134.00</b>	<b>29.00</b>	<b>40.00</b>

**2.3. Diagnóstico de problemáticas principales**

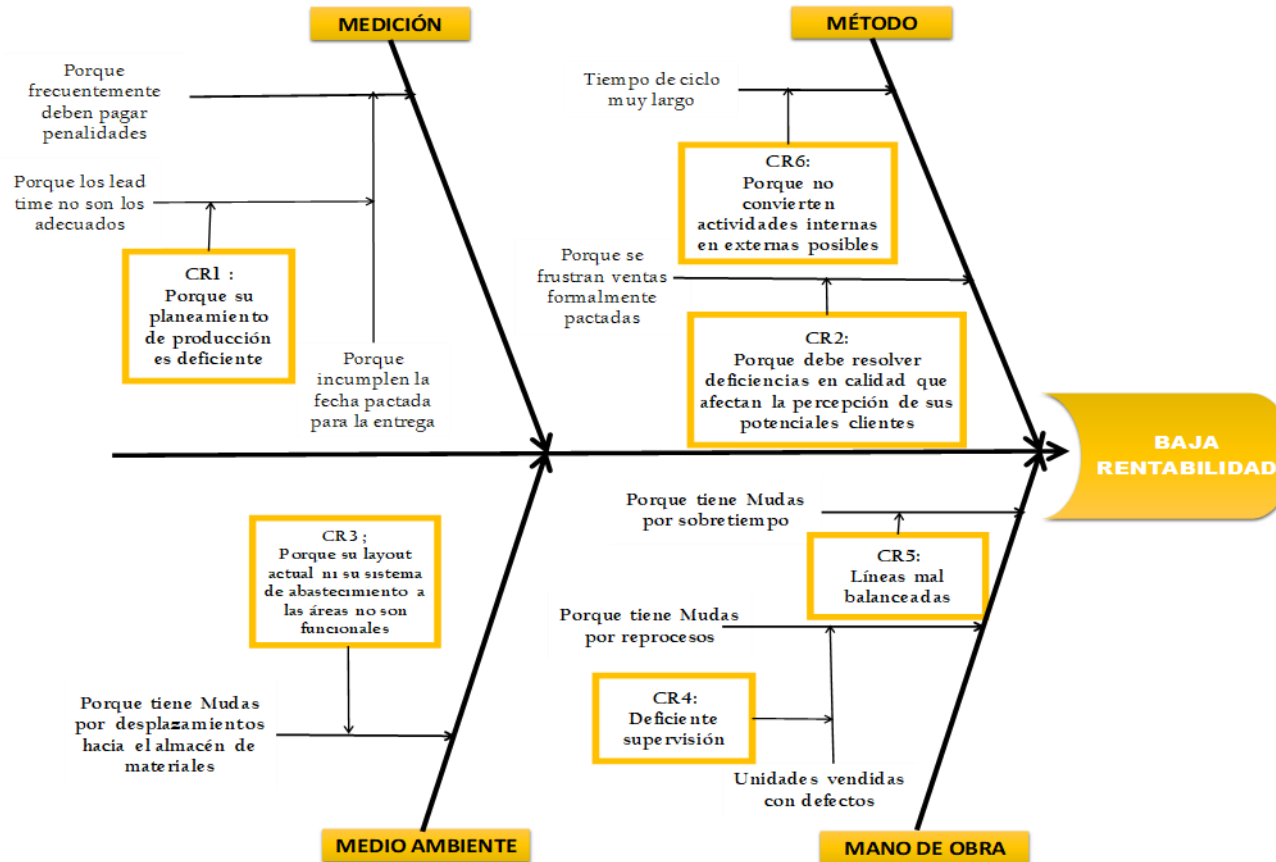


Figura 11. Diagrama Ishikawa de la problemática de Bona Logistic E.I.R.L.



Las causas raíces que afectan la rentabilidad de Bona Logistic, fueron diagnosticadas en las áreas de producción y calidad. Las mencionamos seguidamente.

Tabla 4. *Causas raíz*

<b>CR1</b>	Deficiente planeamiento de producción.
<b>CR2</b>	Calidad deficiente
<b>CR3</b>	Layout no funcional
<b>CR4</b>	Supervisión deficiente
<b>CR5</b>	Líneas mal balanceadas
<b>CR6</b>	No convierten actividades de tiempo interno a tiempo externo.

Fuente. Elaboración propia

Tabla 5. *Matriz de Priorización de las Causas Raíz*

Causa		Impacto		
<b>CR6</b>	No utilizan actividades externas	S/114,220	48%	47.5%
<b>CR2</b>	Deficiencias en Calidad	S/ 45,688	19%	66.6%
<b>CR1</b>	Deficiencias en planeamiento	S/ 39,176	16%	82.9%
<b>CR4</b>	Deficiencias en supervisión	S/17,493	7%	90.1%
<b>CR5</b>	Línea mal balanceada	S/16,203	7%	96.9%
<b>CR3</b>	Deficiencias en Layout	S/7,465	3%	100.0%
		<b>S/240,245</b>		

Fuente. Elaboración propia



Figura 12. Impacto por causa raíz

Luego de haber identificado las causas raíces de las áreas de producción, y calidad de la empresa, se priorizaron según las pérdidas que generaron en el pasado año. De esta manera, resultaron prioritarias tres.

El procedimiento se realizó de la siguiente manera.

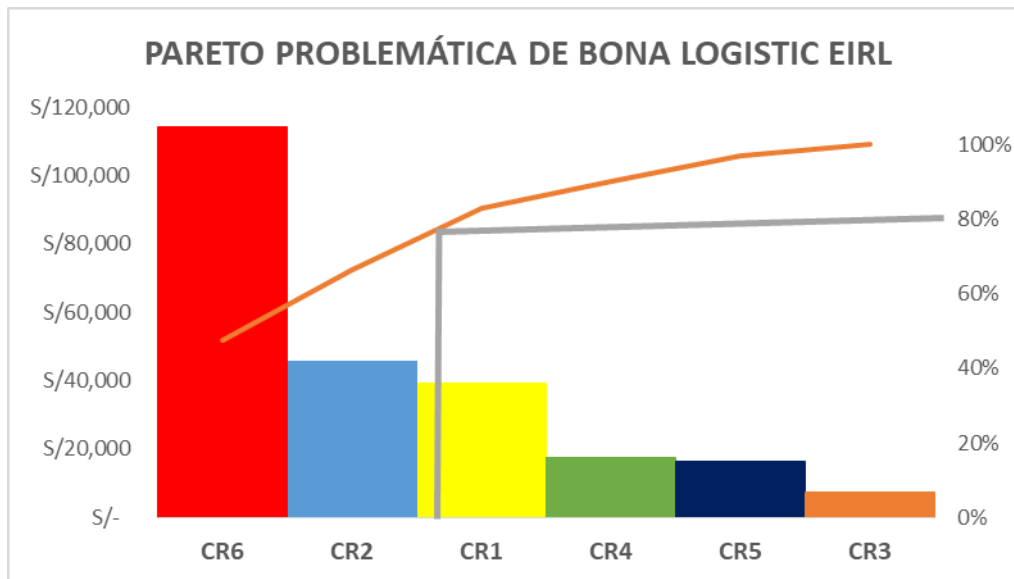


Figura 13. Diagrama de Pareto

#### 2.4. Procedimiento

El diagnóstico de las causas raíz se realizará utilizando el diagrama de Ishikawa. La monetización de estas se hará considerando su lucro cesante y las priorizaremos tomando como base el impacto económico que genera. De éstas, formularemos una propuesta de mejora a las causas más importantes y solo se mencionarán a las causas triviales.

La causa raíz 1 es referente al incumplimiento de las fechas de entrega, debido a que no está estandarizado el lead time de entrega al cliente. Se tiene el registro de los días de atraso del año pasado y sabiendo que la penalidad es de US\$50 por día, la cuantificación es directa.

La causa raíz 2 es relativa a ventas formalmente solicitadas, que seguidamente se frustraron porque no se alcanzaron a cubrir las expectativas de calidad de las carrocerías por parte del cliente. El lucro cesante se determina multiplicando el número de unidades requeridas y que luego se desestimaron, por el margen de utilidad, que también incluimos en el presente trabajo.

La causa raíz 3 indica que el *layout* de la fábrica, no es funcional. Los operarios hacen largas caminatas para recoger los materiales del almacén y pierden horas efectivas de trabajo. Adjuntamos un *layout* en el que se pueden apreciar los desplazamientos. La cuantificación se realiza determinando la distancia total recorrida y el tiempo invertido en ella. Este tiempo se multiplica por el lucro cesante de cada hora hombre de producción, que también esta detallada en la realidad problemática.

La causa raíz 4, se la vincula con una supervisión deficiente que propicia los trabajos con defectos pequeños pero que son observados por los clientes. Estos reprocesos generan horas-hombre perdidas, que podrían ser utilizadas en producir más unidades. Se cuantifica multiplicando las horas hombre de reprocesos, por el lucro cesante por hora hombre.

La causa raíz 5, indica que se está pagando excesivas horas en sobretiempo, con una sobre tasa de 50%, causadas por que las líneas no están correctamente balanceadas. El impacto económico se determina multiplicando las horas hombres empleadas en esta muda, por la remuneración con sobretasa.

La causa raíz 6 es atribuida a que las actividades de tiempo interno, que pueden realizarse en paralelo al resto de actividades, se vienen realizando consecutivamente. Esto determina que el tiempo de ciclo se dilate hasta por 3 días adicionales con su consecuente lucro cesante.

Tabla 6. *Procedimiento de la investigación*

ETAPA	TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
Diagnóstico de la realidad actual de la empresa	<b>Observación</b>	Se realiza la observación directa en la empresa con el fin de identificar los problemas existentes en los procesos.
	<b>Entrevista</b>	Se entrevista al gerente de la empresa para tener mayor detalle del funcionamiento y gestión de la misma.
	<b>Ishikawa</b>	Se hace uso del Diagrama Ishikawa para plasmar las causas raíces.
	<b>Matriz de priorización</b>	Se utiliza con el fin de ordenar las causas raíces halladas de acuerdo a su impacto económico en el periodo 2018.
	<b>Pareto</b>	Esta herramienta permite obtener las causas raíces que generan un 80% de impacto en el problema de baja rentabilidad.
	<b>Matriz de indicadores</b>	Se elaboran indicadores para medir el impacto de la mejora en cada causa raíz.
Propuesta de mejora	Se proponen herramientas, técnicas y métodos de Ingeniería Industrial para hacer frente a las causas raíces diagnosticadas.	

Fuente. Elaboración propia

## 2.5. Identificación de indicadores

### Matriz de indicadores para la propuesta de mejora de la problemática de Bona Logistic

N° Causa	Causa raíz	Indicador	Fórmula	Valor actual	Pérdida	Valor Meta	Pérdida	Beneficio	Herramientas	Métodos	Inversión
CR6	No convierten actividades de tiempo interno a externo	Tiempo de ciclo (T) (horas)  Utilidad de ventas adicionales	$\sum_{i=1}^n T_i$  $\frac{(T_{\text{actual}} \times \text{Prod} \times \text{Utilidad})}{T_{\text{mejor}}}$	163 Horas	S/114,220	140 horas	S/0.00	S/114,220	Lean manufacturing	SMED  Pert & CPM	Capacitación en Lean S/4,500
CR1	Planeamiento deficiente	Pago de penalidades por Incumplimiento en fechas de entrega  Costo de penalidades	Días de atraso en entrega  Penalidad x días de atraso	236 días	S/39,176	12 días	S/1,992	S/37,184	Estudio del Trabajo  Lean manufacturing	Estudio de tiempos  Kanban	Jefe de ingeniería S/35,000 Asistente de tiempos S/25,200
CR2	Calidad deficiente	Ventas frustradas por calidad deficiente	$\frac{\text{Utilidad de ventas frustradas}}{\text{Utilidad total}}$	5.88%	S/45,688	1.47%	S/11,422	S/34,266	Gestión de calidad  Herramientas de Calidad	Casita de Calidad	Computadora(08) S/25,000 Pizarra Kanban S/1,000

Figura 14. Matriz de Indicadores

## 2.6. Estimación de los costos de las causas raíces

Luego de establecer los indicadores, calculan los costos que generan las causas raíces para posteriormente realizar propuestas de mejora para cada una de ellas.

### a. Causa Raíz 6: No convierten actividades de tiempo interno en externo

La habilitación de los materiales la realizan como tiempo interno, es decir, mientras habilitan, el proceso de ensamblaje está detenido. Como la actividad de habilitado de material se realiza en tres días y la de ensamblado en veinte días, actualmente demora veintitrés días. Sin embargo, si estas actividades se iniciaran en paralelo, lograrían terminarse en solo veinte días.

El tiempo de ciclo actual es 163 horas ó 20 días y de esta manera fabricaron 64 semi remolques el año pasado. El ahorro de tiempo es 23 horas, aproximadamente 3 días. Es decir, con los mismos recursos se podrían fabricar 10 unidades más, según el siguiente cálculo.

$$\frac{163 \text{ horas} \times 64 \text{ unidades}}{140 \text{ horas}} = 74$$

Y la utilidad incremental sería: 10 unidades x S/11,422 = S/114,220

### b. Causa Raíz 1: Planeamiento deficiente

Su planeamiento de producción se basa en tiempos a grandes rasgos. Aparentemente, por tratarse de una empresa joven, aún no tiene debidamente estandarizado su proceso de fabricación. Faltando determinar y validar los tiempos estándar y Diagrama de operaciones. El mismo problema sucede con los sub-ensambles, que, por lo general no están listos para cuando se requieren para continuar con el ensamblaje de la unidad, sucediéndose tiempos muertos y dilatación del plazo de entrega. Las operaciones que forman parte del camino crítico no se vigilan y se convierten en cuellos de botella. Esto podría estar afectando la percepción que tienen los clientes sobre la confiabilidad de la empresa.

En el siguiente cuadro detallamos esta situación.

**Días totales de retraso en la entrega de las unidades**

Unidades	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Furgones de 13.5 M	16	20	16	20	13	22	20	26	22	18	28	15	236
Plataformas	2	6	4	5	3	4	5	4	5	24	5	3	70
Tolvas	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	20
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>27</b>	<b>22</b>	<b>27</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>43</b>	<b>35</b>	<b>20</b>	<b>326</b>

*Figura 15. Días de retraso en la entrega.*

Por este motivo es usual que se entreguen las unidades con retraso respecto a lo pactado, haciéndose acreedores al pago de una penalidad de US\$50 por cada día de incumplimiento. Consecuentemente se ha incurrido en un sobrecosto de:

$$236 \text{ días} \times \text{US\$}50 \times 3.32 \text{ US\$/Sol} = \text{S/}39,176$$

### c. Causa Raíz 2: Calidad deficiente

La empresa ha perdido ventas formales porque el cliente desistió a última hora por haber determinado a través de experiencias de terceros, que la calidad es susceptible de mejora. Por tratarse de una empresa con poco tiempo de formada, a pesar que ha sido conformada sobre otra ex empresa del rubro, Consermet, aún le falta consolidar su prestigio, sustentándolo en la satisfacción del cliente. Para que esto suceda, se requiere mejorar dicha percepción, con resultado visible y sostenido.

Por esta deficiencia, la empresa perdió la venta de 4 unidades. El impacto que ocasionó fue S/45,688.

## 2.7. Solución propuesta

### a. Causa Raíz 6: No convierten actividades de tiempo interno en externo.

Planteamos emplear el sistema SMED de la Producción Esbelta, que propone, cuando sea factible, cambiar aquellas actividades que actualmente se realizan como tiempo interno a tiempo externo. Vale decir, hacerlas en paralelo y eliminar esta muda que prolonga el tiempo de ciclo innecesariamente.

La habilitación de los materiales la realizan como tiempo interno, es decir, mientras habilitan, el proceso de ensamblaje está detenido.

**Gantt actual del proceso de fabricación de semi remolques Bona Logistic**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Habilitando material																				
Ensamblando																				

*Figura 16.* Gantt actual de la fabricación



**Gantt del proceso mejorado de fabricación de semi remolques Bona Logistic**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Habilitando material																				
Ensamblando																				

Figura 17. *Gantt futuro de la fabricación*

Se estará logrando un ahorro de 3 días versus el tiempo de ciclo actual, lo que permitirá fabricar 10 remolques adicionales en el año. El año pasado se hizo 64 remolques empleando 163 horas por unidad. La propuesta reduce el tiempo de ciclo a 140 horas, con lo que se podrá hacer 74 unidades con los mismos recursos, incrementando la utilidad en S/114,220.

Con esta misma consideración, se estandarizará la secuencia de fabricación, teniendo en cuenta el Diagrama de Operaciones de Procesos, para un mes promedio.

A continuación, mostramos la estandarización de tiempo:

**Gantt actual del proceso de fabricación de semi remolques Bona Logistic: 4 carrocería en 29 días**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29											
Habilitando material 1	1																																							
Ensamblando 1	1																																							
Habilitando material 2			2																																					
Ensamblando 2			2																																					
Habilitando material 3					3																																			
Ensamblando 3					3																																			
Habilitando material 4									4																															
Ensamblando 4									4																															

Figura 18. Diagrama Gantt actual.

**Gantt del proceso mejorado de fabricación de semi remolques Bona Logistic 4 carrocerías/26 días**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29											
Habilitando material 1	1																																							
Ensamblando 1	1																																							
Habilitando material 2			2																																					
Ensamblando 2			2																																					
Habilitando material 3					3																																			
Ensamblando 3					3																																			
Habilitando material 4									4																															
Ensamblando 4									4																															

Figura 19. Diagrama Gantt mejorado.

Estas gráficas, unidas al diagrama pert que se muestra seguidamente, aportarán a la estandarización de los tiempos de los procesos.

**b. Causa Raíz 1: Propuesta de mejora al planeamiento deficiente**

Se propone utilizar como herramienta de control del avance de la construcción de las unidades, el método del camino crítico, con el cual se podrá cotejar los trabajos que se vienen efectuando en el momento y comparar con la fecha establecida, de forma que se puedan ir subsanando los posibles atrasos para que se pueda respetar la fecha de entrega.

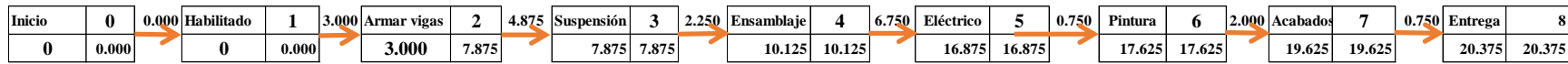


Figura 20. Diagrama de Camino crítico propuesto

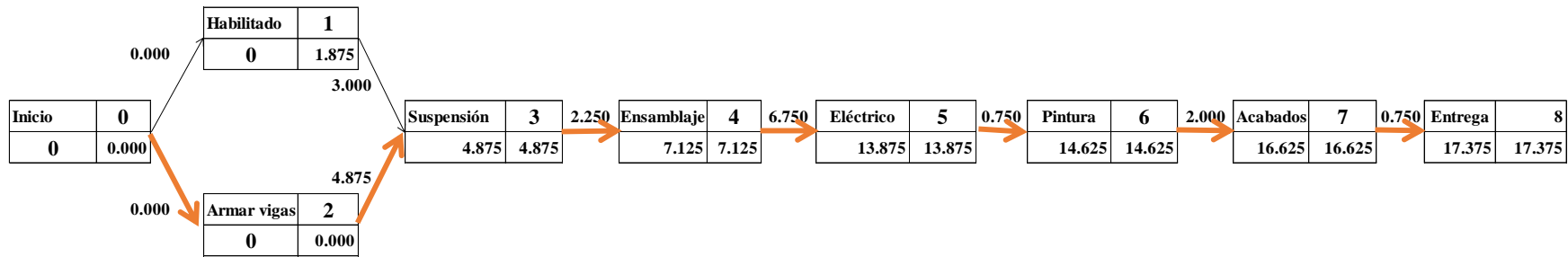


Figura 21. Diagrama de Camino Crítico de la fabricación de plataformas Bona método actual

Actualmente las actividades son consecutivas y todas están en el camino crítico, por lo que no hay holguras y cualquier retraso impacta el tiempo total de ciclo.

La propuesta es que tanto el habilitado como el armado de vigas se hagan en paralelo, con lo que se conseguirá un ahorro de 3 días. Cada día tiene una duración de 8 horas laborables. Este método da holgura únicamente al proceso de habilitado, que está fuera de la ruta crítica.

Adicionalmente, se propone el uso del Kanban, que permitirá garantizar que el proceso de fabricación fluya a través de todas sus etapas, especificadas en el DOP, respetando el cumplimiento de las fechas de entrega, optimizando los inventarios y el flujo del producto de acuerdo al comportamiento real de la demanda. Kanban, que significa tarjeta o señal en japonés, las emplea como indicación a las diferentes áreas, que un artículo ha sido vendido y en consecuencia se necesita reponerlo.

El uso de esta herramienta se facilita por la poca variabilidad de las unidades vendidas a lo largo del año. En la siguiente tabla se muestran las ventas y se calculó la mayor venta esperada, añadiendo  $3\sigma$  al promedio anual, para un nivel de confianza de 99.7%.

También se determinó el *Takt Time*, que es el ritmo con el que el cliente hace “pull” sobre las ventas y producción. Es decir, la venta máxima esperada dividida entre el Lead Time.

<b>PLATAFORMAS VENDIDAS AÑO 2018</b>	
<b>Mes</b>	<b>Ventas 2018</b>
Enero	6
Febrero	4
Marzo	4
Abril	5
Mayo	4
Junio	5
Julio	6
Agosto	5
Setiembre	5
Octubre	5
Noviembre	3
Diciembre	4
Total	56
Promedio	4.667
Desv Std	0.888
Venta máxima esperada	7.330
Takt Time	26.195

*Figura 22. Ventas de plataformas 2018*

Con esta información calculamos el Kanban, para cada una de las etapas del proceso de fabricación de las plataformas. Tendremos en consideración que el Kanban está en función del Lead Time o tiempo de preparación en la sección y del Takt Time, o el ritmo con la que el cliente jala la venta, en este caso, de plataformas. Seguidamente se muestra la determinación de los Kanban de cada una de las secciones del proceso.

Secciones	Lead Time (Horas)	Takt Time	Kanban (Lead Time/Takt Time)	
Inventario	80	26.195	3.1	3
Habilitado	24	26.195	0.9	1
Armado de vigas	39	26.195	1.5	2
Suspensión	18	26.195	0.7	1
Ensamblaje	54	26.195	2.1	2
Electrico	6	26.195	0.2	0
Pintura	16	26.195	0.6	0
Acabado	6	26.195	0.2	0

Figura 23. Determinación de los Kanban de cada sección

Procedemos a comentar la tabla anterior:

- Las cantidades que están en la columna de Kanban, son los cocientes del Lead Time entre el Takt Time, que han sido redondeados. Vienen a ser las cantidades que se deben mantener en stock en proceso, como *WIP* o *work in process* o Producto en proceso.
- En Pintura se ha considerado Cero, debido a que no es conveniente mantener inventario en proceso, a menos que se sepa el color que el cliente solicitará.
- Esto permitirá que la entrega de la unidad sea mucho más rápida, una vez se haya efectuado la venta.
- La sección Eléctrico y Acabados, también están en Cero, pues por el poco tiempo que se emplea en su ejecución, no amerita tener *WIP*, que ocupará espacio y se utilizará mano de obra y materiales sin que exista una verdadera premura.
- Con esta información, procedemos a mostrar gráficamente como se ejecutará esta propuesta de mejora en la empresa Bona Logistic EIRL, que termina con la entrega de la unidad adquirida por el cliente y la

emisión de una tarjeta Kanban de producción de otra nueva unidad y compra de materiales para ello.

- Una vez que se ejecute una venta, comienzan a moverse los materiales entre las diferentes áreas. Si no hubiese venta, el sistema permanece estático.

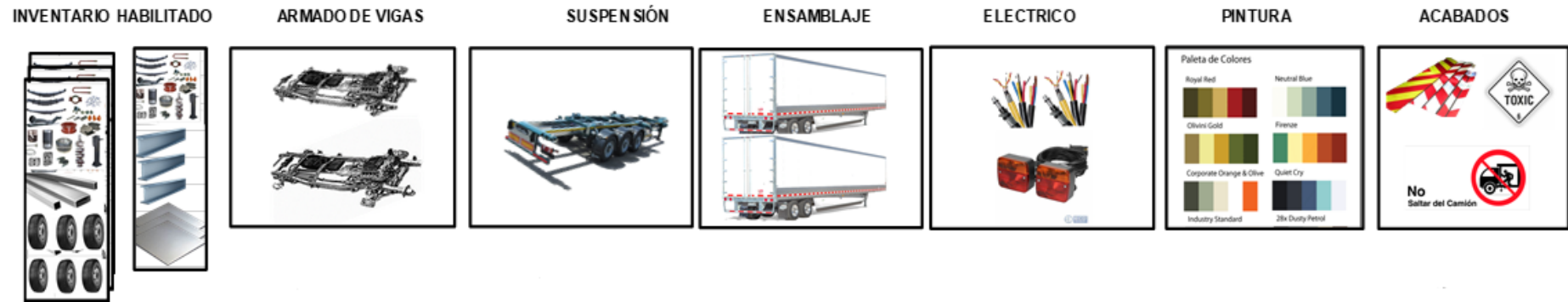


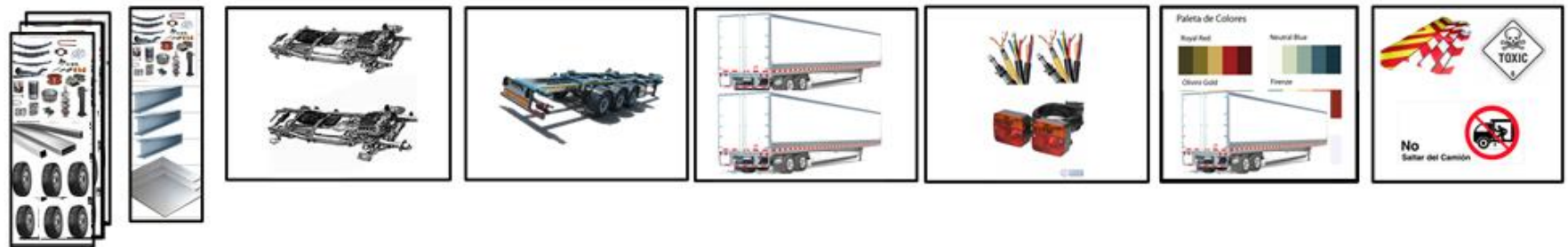
Figura 24. Kanban del proceso de fabricación de una plataforma

1. Estatus inicial, con un Kanban de materiales en inventario; un kanban de materiales habilitados para una plataforma; una suspensión completa y dos plataformas ensambladas, pero sin instalación eléctrica, ni pintura ni acabados.

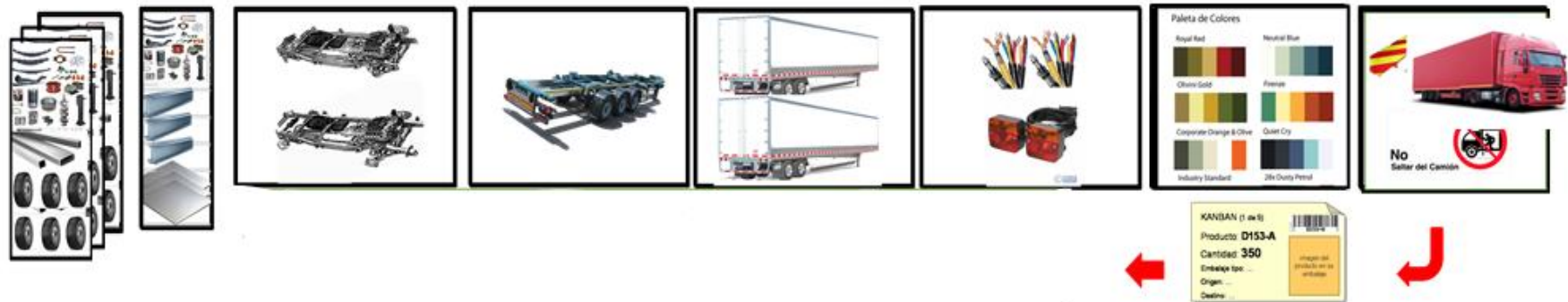


2. Se vende una unidad. De inmediato una plataforma ensamblada pasa a instalación eléctrica. La suspensión pasa para el ensamblaje; una de las vigas armadas pasa a que le instalen la suspensión; el material habilitado avanza al armado.





3. La plataforma pasa a sección pintura. Terminan de armar las vigas para la siguiente unidad; terminan de instalar la suspensión y de ensamblar otra unidad.



4. La plataforma pasó a Acabados y de inmediato se genera la tarjeta Kanban que irá al almacén para gestionar una orden de compra por materiales para otra unidad.

### c. Causa Raíz 2: Propuesta de mejora a la calidad deficiente

La percepción que tienen los clientes potenciales sobre la manufactura de Bona Logistic EIRL, no es la mejor. Se decidió utilizar la metodología de la Casita de Calidad, para determinar el enfoque que se debe dar a los proyectos, para subsanar las deficiencias.

Se buscó el consenso de los directivos de la empresa respecto a los “Qué”, que son las características que determinan la Calidad y los “Cómos”, que son las maneras de conseguirla. La ponderación o Peso, se asignó en función del nivel de importancia que los directivos consensuaron.

- **Especificaciones:** Son las características pactadas con el cliente. Se le consideró 10 puntos en la ponderación debido al nivel de importancia que conlleva a cumplir con lo que el cliente solicita, además está legislado en la ley de transportes.
- **Vibración de la estructura:** Movimiento anormal que presenta la estructura del remolque. Se consideró 10 puntos en la ponderación.
- **Hermeticidad de la estructura:** Su inobservancia permite el ingreso de agua y polvo. Se consideró 8 puntos en la ponderación.
- **Hermeticidad neumática:** Su inobservancia permite fugas en el sistema neumático, provocando falla en los frenos. Se consideró 10 puntos en la ponderación por las graves consecuencias que podría ocurrir con dicha falla.
- **Soldadura:** El cordón de soldadura debería ser homogéneo y continuo a lo largo de toda la junta. Se consideró 6 puntos en la ponderación.

- **Pintura:** La pintura debe ser homogénea, uniforme en todo el remolque. Se consideró 6 puntos en la ponderación.
- **Pérdida de tiempo en el proceso:** Existen tiempos muertos durante el proceso. Se consideró 6 puntos en la ponderación.
- **Desperdicio de materiales:** Existe desperdicio de material por error en mediciones del material. Se consideró 6 puntos en la ponderación.
- **Estandarización del proceso:** Los pasos del proceso se encuentran definidos y aprobados. Se consideró 8 puntos en la ponderación.
- **Cumplimiento en el costo:** Cumplir con el precio pactado con el cliente hasta el momento de entrega del remolque. Se le consideró 10 puntos en la ponderación debido al nivel de importancia que conlleva a cumplir con lo acordado en el contrato de venta.
- **Cumplimiento en la fecha de entrega:** Es importante entregar las unidades en la fecha pactada, de esta manera se evita pagos por penalidades. Se le consideró 10 puntos en la ponderación debido al nivel de importancia que conlleva a cumplir con lo fecha pactada con el cliente.

Con respecto a los “Cómo”, se consideró lo siguiente:

- **Calidad de materiales:** Todas las materias primas son sometidas a intensivos y sistemáticos controles de calidad para asegurar que cumpla con las especificaciones requeridas.
- **Aseguramiento de Calidad:** Conjunto de actividades necesarias para proporcionar la confianza de que el producto o servicio satisfará los requerimientos y expectativas del cliente.

- **Tecnología y Layout:** La tecnología hace referencia a toda la ciencia e ingeniería aplicada para la resolución de problemas, mientras que el layout consiste en la distribución del centro de trabajo, el cual pretende garantizar reducción de tiempos en desplazamiento y optimizar los procesos.
- **Experiencia del personal:** Conjunto de conocimientos adquiridos a partir de vivencias u observaciones de cada uno de los trabajadores.
- **Actualización del personal:** constantes capacitaciones al personal para mejorar sus conocimientos en el puesto de trabajo y por ende un aumento de la productividad y calidad del trabajo.
- **Relación con proveedores:** Una buena relación entre proveedores y clientes predispone el entorno para obtener mejor calidad final del producto.

En la parte superior de la Casita, está la puntuación dada al nivel de efecto entre los diferentes Cómos. Para esto, también se contó con la participación de los directivos de la empresa, quienes consensuaron los valores asignados.

CASITA DE LA CALIDAD DE CARROCERÍAS BONA

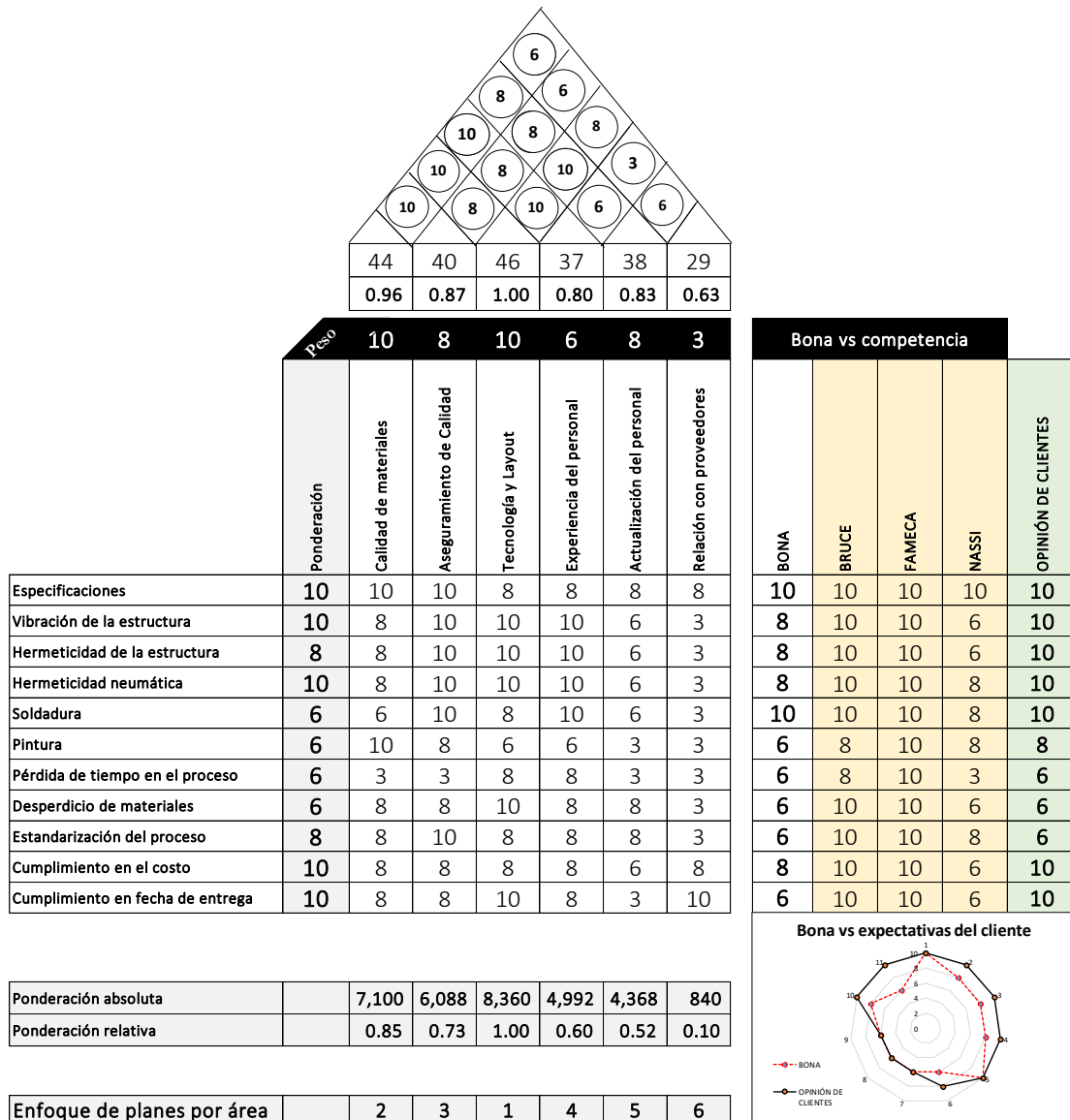


Figura 25. Casita de calidad de Bona

En la Casita de Calidad precedente, podemos ver que el área de mayor ponderación relativa, 8,360 puntos y por consiguiente el de mayor importancia es la de **Tecnología y Layout**. Consecuentemente los planes deberían estar enfocados en esos temas.

En ese sentido, se ha procedido a revisar el Layout, porque es un área de oportunidad. Se utilizará el método de *Muther*, que busca determinar

las áreas de mayor interrelación, con la finalidad que estén más cerca,  
para reducir las caminatas improductivas entre ellas.

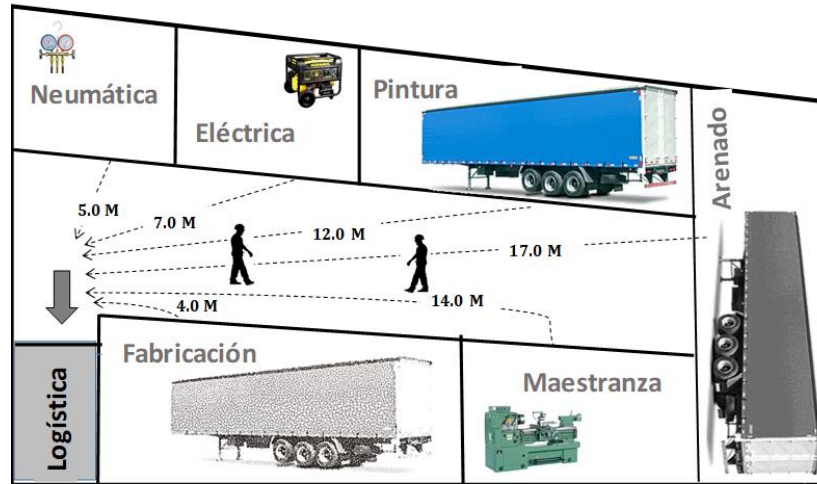


Figura 26. Layout actual

Con esta priorización, se procederá a proponer una nueva distribución de planta. A continuación, se detalla esta información, basada en la información de las distancias entre áreas y el número aproximado de caminatas entre ellas.

Tabla 7. Total, metros recorridos en Layout actual

Flujos	Distancia (metros)	Frecuencia por producto	Total recorrido (metros)
Logística → Fabricación	4	12	48
Logística → Pintura	12	4	48
Logística → Eléctrica	7	5	35
Fabricación → Eléctrica	6	3	18
Neumática → Arenado	18	1	18
Logística → Neumática	5	3	15
Eléctrica → Neumática	3	2	6
Arenado → Pintura	5	1	5
		<b>Ida</b>	<b>193</b>
		<b>Retorno</b>	<b>193</b>
		<b>Total</b>	<b>386</b>

Fuente. Datos de la empresa

Tabla 8. Total, metros recorridos en Layout mejorado

Flujos	Distancia (metros)	Frecuencia por producto	Total recorrido (metros)
Logística → Pintura	8	4	32
Logística → Eléctrica	6	5	30
Logística → Fabricación	2	12	24
Logística → Neumática	7	3	21
Fabricación → Eléctrica	6	3	18
Neumática → Arenado	18	1	18
Eléctrica → Neumática	3	2	6
Arenado → Pintura	5	1	5
		<b>Ida</b>	<b>154</b>
		<b>Retorno</b>	<b>154</b>
		<b>Total</b>	<b>308</b>
		<b>Diferencia vs actual</b>	<b>20%</b>

Fuente. Datos de la empresa

Con esta data, se hizo el cálculo de la interrelación, utilizando las matrices triangulares de *Muther*. Las áreas de mayor puntaje en el recorrido, deberán estar lo más cerca posible.

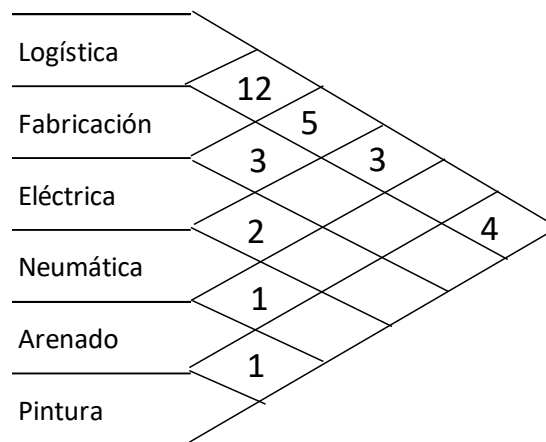


Figura 27. Frecuencias del Flujo de producción

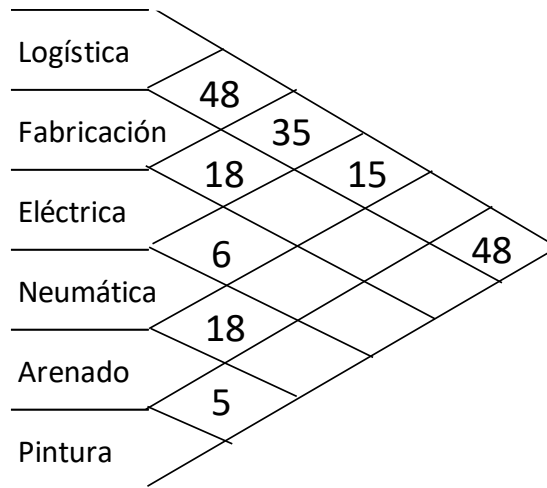


Figura 28. Recorrido total del flujo actual

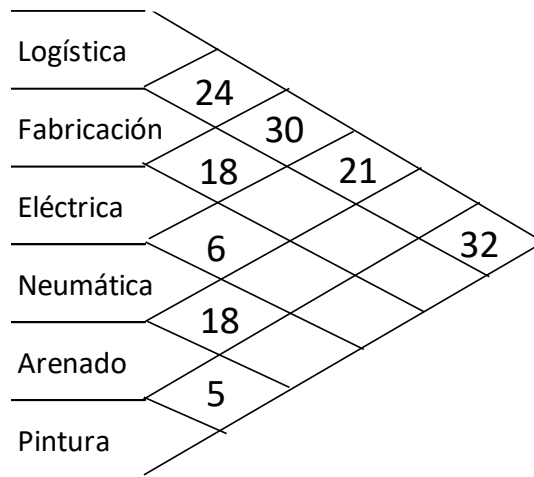


Figura 29. Recorrido total del flujo mejorado

Con la priorización obtenida en la matriz del *layout* propuesto, realizamos el Gráfico de hexágonos, en donde se acomodarán las áreas, buscando tengan la mayor cercanía posible.



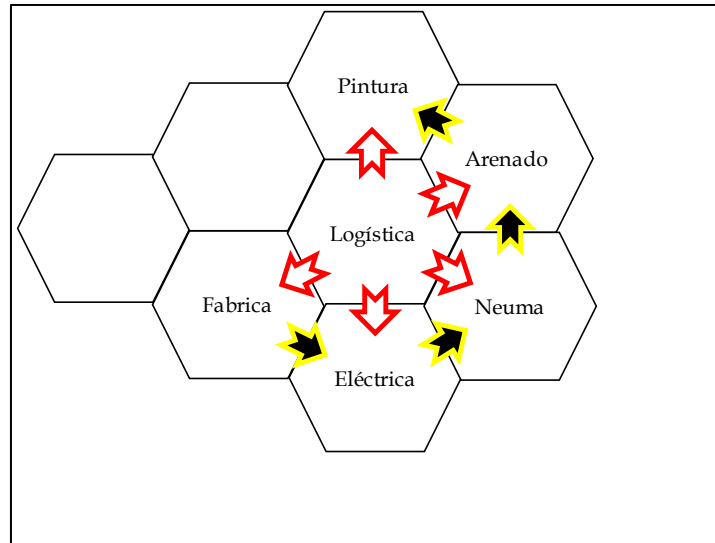


Figura 30. Diagrama de hexágonos del método Muther

Se observa que el área de logística interactúa con el resto, por lo que -con ese criterio-se procede a preparar el siguiente *layout* mejorado.

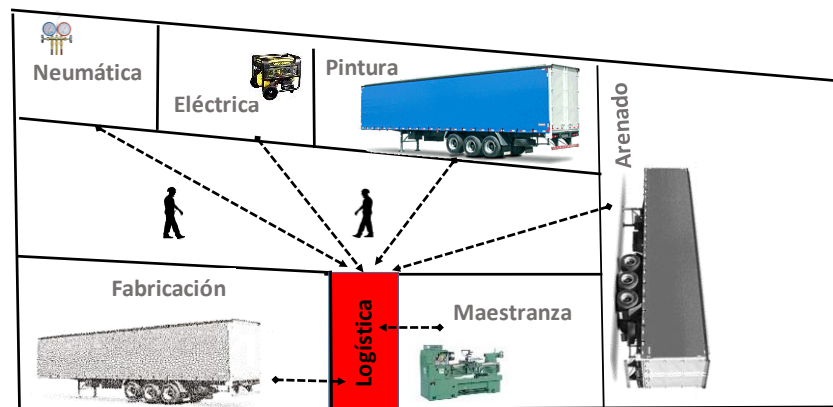


Figura 31. Layout propuesto

Con esta distribución propuesta, reubicando al almacén de logística, ubicándola lo más equidistante de las diferentes áreas a las que atiende, se logrará un ahorro de 20% en el desplazamiento de los operarios, dándoles mayor comodidad y contribuyendo a la mejora del nivel de calidad de la empresa.

El costo estimado de la reubicación del almacén logístico es S/45,000.

El otro aspecto a mejorar, identificado en la Casita de Calidad, es la Tecnología.

Es conveniente modernizar el proceso de fabricación, principalmente en el diseño, corte y habilitación de los materiales. También en la técnica de soldadura. Ambos aspectos son fundamentales para obtener productos de calidad.

Se presenta un cuadro comparativo del método actual versus la propuesta de mejora.

Tabla 9. *Método actual vs mejorado*

Fuente. Elaboración propia

	Actual	Propuesta
<b>Soldadura</b>	La soldadura por arco eléctrico es todo proceso de soldadura en el cual la temperatura necesaria para alcanzar las coalescencias de las piezas a soldar es producida por un arco de corriente eléctrica entre el dispositivo de soldadura y las piezas a ser soldadas.	<p>La función optimizada de soldadura WiseFusion produce un arco muy estrecho y con una alta densidad energética que agiliza la soldadura y disminuye la entrada de calor. El área de penetración focalizada permite la soldadura de hendiduras estrechas y profundas.</p> <p>Su costo es 25% mayor que los electrodos de soldadura Oerlikon, pero su rendimiento es igualmente mayor en la misma proporción, motivo por el cual no afectaría los costos de producción.</p>
<b>Diseño de planos</b>	Manual. Usa tablero de dibujo, láminas de papel y herramientas manuales.	<p><i>AutoCAD Design</i>. Permite optimizar el uso del material al habilitarse y obtener mayor precisión en las dimensiones. Tiene mucha flexibilidad y rapidez para modificaciones.</p> <p>Costo S/1,213 + IGV = S/4,867</p>

La soldadura es de suma importancia en la industria en general, ya que, es el proceso más económico, rápido y factible para generar uniones entre piezas de forma permanente y que a pesar de ser más económico, ofrece una gran calidad, aunque esta depende del personal que la

realiza. Se propone un plan de capacitación en soldadura, a lo largo de año, al personal de mantenimiento. Este curso estará a cargo de personal de Tecsup

*Tabla 10. Tabla Capacitación en operaciones de soldadura*

Curso	Detalle	Horas teoría	Horas práctica	Fecha
<b>Proceso SMAW</b>	Soldadura por arco con electrodo metálico revestido, también conocida como soldadura por arco con electrodo recubierto, soldadura de varilla o soldadura manual de arco metálico.	16	8	Sábados 5,12/enero
<b>Proceso GMAW</b>	Proceso de soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible.			Sábados 2,9/ febrero
<b>Proceso FCAW</b>	Con inclusión de ingredientes fundentes dentro de un electrodo de alimentación continua.			Sábados 6,13/abril
<b>Proceso GTAW</b>	<b>Proceso</b> de soldadura por arco eléctrico, que se establece entre un electrodo de tungsteno y la pieza a soldar, bajo la protección de un gas inerte que evita el contacto del aire con el baño de fusión y con el electrodo ..	16	8	Sábados 1, 8/junio
<b>Proceso SAW</b>	Soldadura por arco con electrodo recubierto, soldadura de varilla o soldadura manual de arco metálico.			Sábado 6,13/agosto
<b>Proceso Brazing</b>	<b>Proceso</b> de unión térmica en el que el metal de aporte, se calienta hasta su fusión fluyendo por capilaridad entre la holgura que existe entre los materiales a soldar y uniendo sus superficies por atracción atómica y mediante difusión.	16	8	Sábado 5, 12/octubre

## 2.8. Evaluación económica

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
	Inversión	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Reubicación del almacén	- 45,000													
Pizarra Kanban	400													
Computadoras (8)	- 25,396													
<b>Total inversión</b>	<b>- 69,996</b>													
<b>Ingresos</b>														
Cambio de tiempos interno a externo		9,518	9,518	9,518	9,518	9,518	9,518	9,518	9,518	9,518	9,518	9,518	9,518	114,220
Mejora del planeamiento		3,099	3,099	3,099	3,099	3,099	3,099	3,099	3,099	3,099	3,099	3,099	3,099	37,184
Reducción de ventas frustradas		2,856	2,856	2,856	2,856	2,856	2,856	2,856	2,856	2,856	2,856	2,856	2,856	34,266
<b>Total ingresos</b>		<b>15,473</b>	<b>15,473</b>	<b>15,473</b>	<b>15,473</b>	<b>15,473</b>	<b>15,473</b>	<b>15,473</b>	<b>15,473</b>	<b>15,473</b>	<b>15,473</b>	<b>15,473</b>	<b>15,473</b>	<b>185,670</b>
<b>Egresos</b>														
Jefe de ingeniería	- 2,917	- 2,917	- 2,917	- 2,917	- 2,917	- 2,917	- 2,917	- 2,917	- 2,917	- 2,917	- 2,917	- 2,917	- 2,917	<b>35,000</b>
Asistente de tiempos	- 2,083	- 2,083	- 2,083	- 2,083	- 2,083	- 2,083	- 2,083	- 2,083	- 2,083	- 2,083	- 2,083	- 2,083	- 2,083	<b>25,000</b>
Capacitación en Soldadura	- 1,500	- 1,500	- 1,500											<b>4,500</b>
<b>Total egresos</b>	<b>- 6,500</b>	<b>- 6,500</b>	<b>- 6,500</b>	<b>- 5,000</b>	<b>- 5,000</b>	<b>- 5,000</b>	<b>- 5,000</b>	<b>- 5,000</b>	<b>- 5,000</b>	<b>- 5,000</b>	<b>- 5,000</b>	<b>- 5,000</b>	<b>- 5,000</b>	<b>64,500</b>
<b>Total flujo bruto</b>		<b>12,556</b>	<b>12,556</b>	<b>12,556</b>	<b>12,556</b>	<b>12,556</b>	<b>12,556</b>	<b>12,556</b>	<b>12,556</b>	<b>12,556</b>	<b>12,556</b>	<b>12,556</b>	<b>12,556</b>	<b>150,670</b>
Impuesto a la renta	- 3,767	- 3,767	- 3,767	- 3,767	- 3,767	- 3,767	- 3,767	- 3,767	- 3,767	- 3,767	- 3,767	- 3,767	- 3,767	45,201
<b>Total flujo neto</b>		<b>8,789</b>	<b>8,789</b>	<b>8,789</b>	<b>8,789</b>	<b>8,789</b>	<b>8,789</b>	<b>8,789</b>	<b>8,789</b>	<b>8,789</b>	<b>8,789</b>	<b>8,789</b>	<b>8,789</b>	<b>105,469</b>
<b>Total flujo actualizado</b>	<b>-S/ 69,996</b>	<b>S/ 8,641</b>	<b>S/ 8,496</b>	<b>S/ 8,354</b>	<b>S/ 8,213</b>	<b>S/ 8,075</b>	<b>S/ 7,940</b>	<b>S/ 7,806</b>	<b>S/ 7,675</b>	<b>S/ 7,546</b>	<b>S/ 7,420</b>	<b>S/ 7,295</b>	<b>S/ 7,172</b>	
<b>VAN</b>	<b>S/ 24,639</b>													
<b>TIR</b>	<b>65.285%</b>													
<b>Tasa interes prestamo BCP recursos</b>	<b>20.500%</b>													
<b>Tasa mensual</b>	<b>1.708%</b>													

Figura 32. Flujo de caja de la propuesta de mejora en la gestión de producción y calidad de Bona Logistic E.I.R.L.

## 2.9. Estado de resultados

Estado de resultados Bona Logistics actual vs mejorado				
	Actual		Mejorado	
Ventas netas (VN)	S/	3,167,616.00	S/	3,662,556.00
Ingresos diversos	S/	-	S/	-
Costo de ventas (CV)	S/	2,436,608.00	S/	2,817,328.00
Beneficio del proyecto	S/	-	S/	185,670.00
<b>Utilidad bruta</b>	S/	731,008.00	S/	1,030,898.00
Gastos administrativos	S/	28,800.00	S/	28,800.00
Alquiler local	S/	20,000.00	S/	20,000.00
Servicios	S/	16,500.00	S/	16,500.00
<b>Utilidad operativa</b>	S/	665,708.00	S/	965,598.00
Cargas excepcionales	S/	-	S/	-
Gastos financieros			S/	15,580.00
<b>Utilidad ante de participación e impuestos</b>	S/	665,708.00	S/	950,018.00
<b>Impuesto a la renta</b>	S/	199,712.40	S/	285,005.40
<b>Utilidad neta</b>	S/	465,995.60	S/	665,012.60
<b>Reserva</b>	S/	46,599.56	S/	66,501.26
<b>Resultado del ejercicio</b>	S/	419,396.04	S/	598,511.34
<b>Rentabilidad sobre ventas</b>		15%		18%

Costo total		S/	38,072
Margen	30%	S/	11,422
Valor venta		S/	49,494
IGV	18%	S/	8,909
Precio de venta		S/	58,403

Figura 33. Estado de resultados de Bona Logistic actual vs mejorado

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

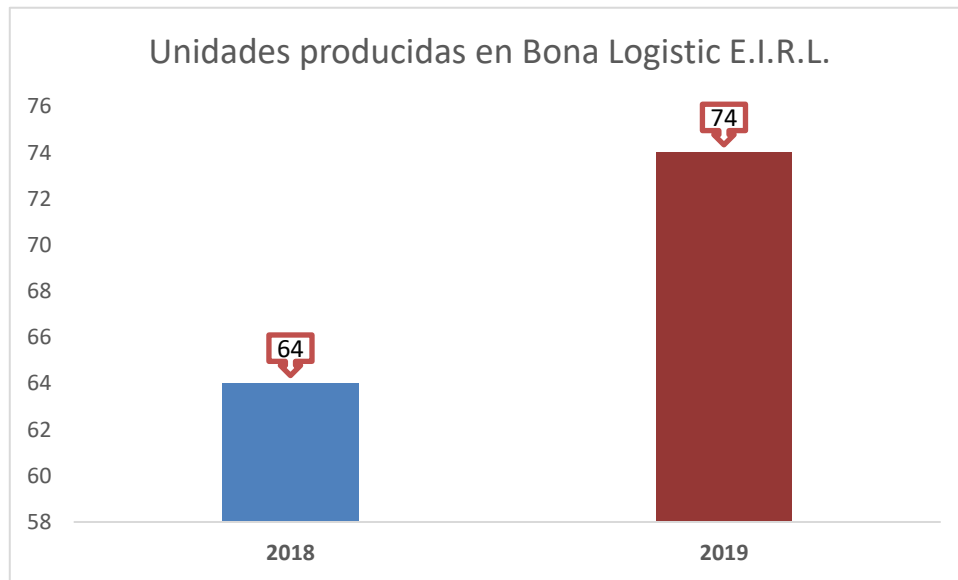


Figura 34. Unidades producidas

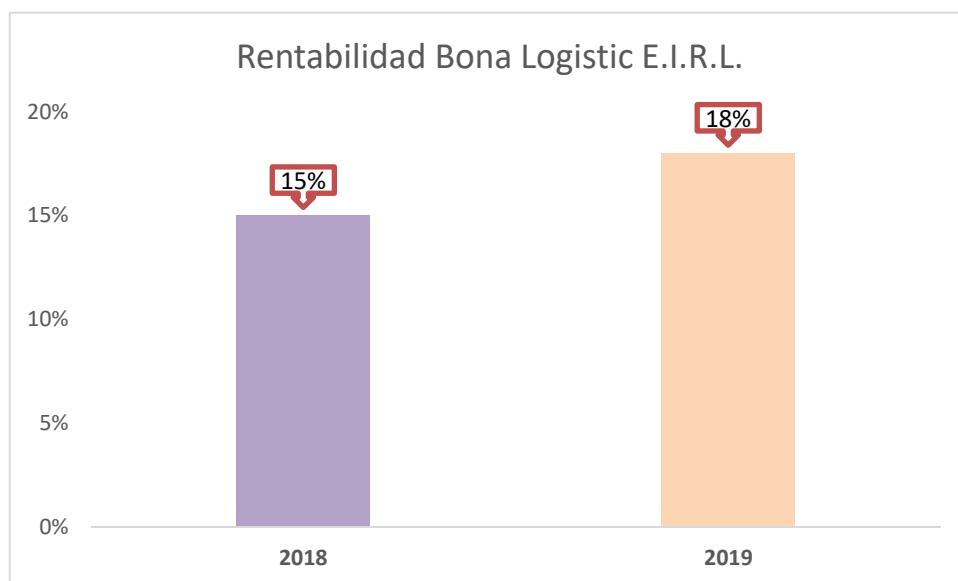


Figura 35. Rentabilidad

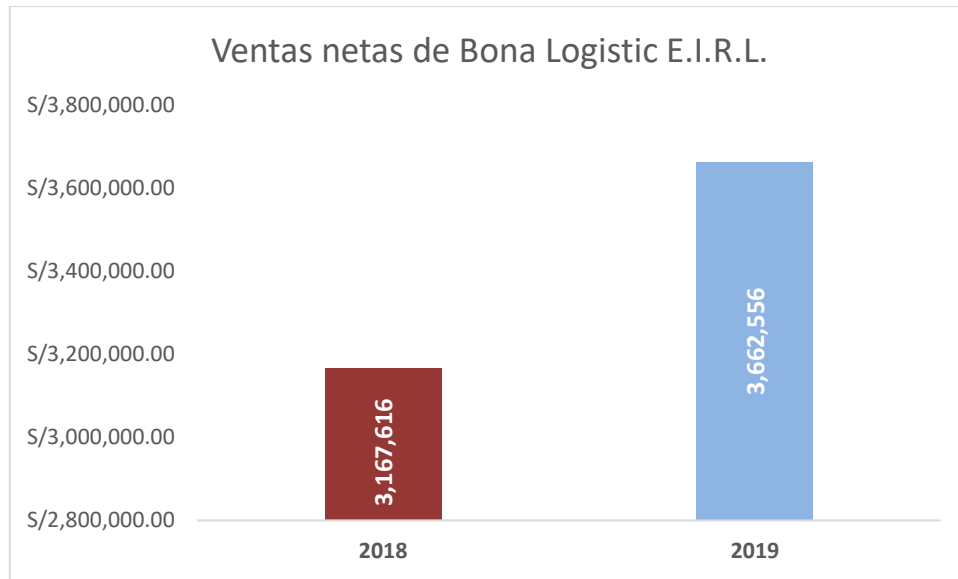


Figura 36. Ventas netas

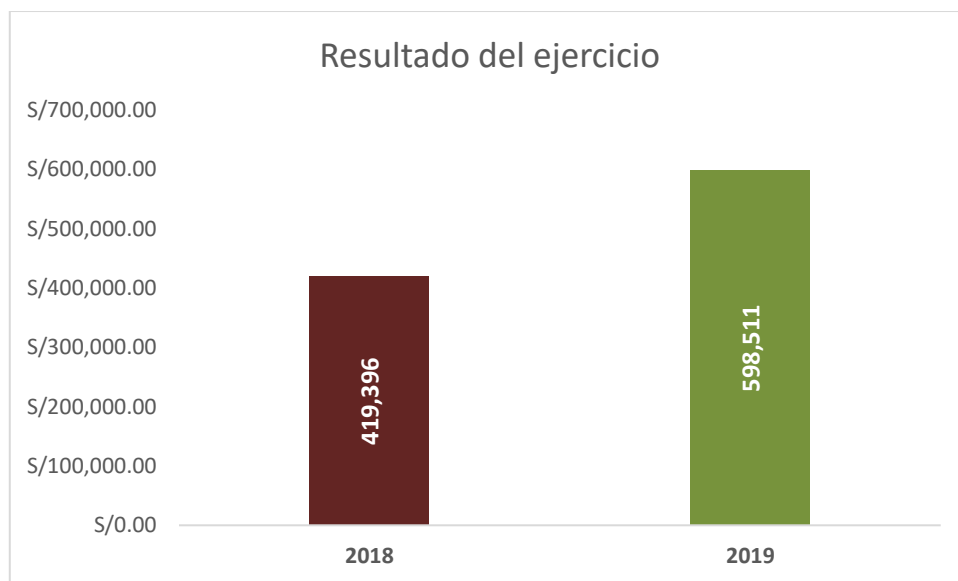


Figura 37. Resultado del ejercicio



## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

#### Gráfico 1

La producción de plataformas del año 2018, con respecto al año 2019 aumentó en 10 unidades.

#### Gráfico 2

La rentabilidad de las ventas del año 2018 estuvo en un 15%. Para el año 2019 la rentabilidad aumentó a un 18%.

#### Gráfico 3

Las ventas netas que tuvo la empresa en el 2018 también tuvieron un aumento para el 2019; es así que las ventas aumentaron en S/494,940.

#### Gráfico 4

Para el año 2019 el resultado del ejercicio tuvo un incremento de S/179,115.30 con respecto al año 2018.

## 4.2 Conclusiones

- La propuesta de mejora en la gestión de producción y calidad de la empresa Bona Logistic E.I.R.L. brinda un beneficio económico de S/. 185,670 tras una inversión total de S/. 69,996.
- La herramienta Kanban permitió gestionar los inventarios y evitar las roturas de stock. El estudio de tiempos permitió estandarizar el proceso y determinar el lead time. Esto representa un beneficio económico de S/ 37,184.
- Mediante la propuesta de la herramienta de Casita de Calidad identificamos las oportunidades de mejora en la calidad de la empresa. Esto representa un beneficio económico de S/ 34,266.
- Las herramientas Pert & CPM permitieron manejar una adecuada programación de la producción de las carrocerías. La implementación de dichas herramientas presenta un beneficio económico de S/ 114,220.

## REFERENCIAS

Instituto Tecnológico de Santo Domingo. (2011). *Lean Manufacturing*. Santo Domingo: República Dominicana.

Viera, E. & Naranjo, G. (2018). *Reingeniería del proceso productivo de fabricación de carrocerías de bus interprovincial Silver Plus y C5 para disminuir los retrasos y números de reprocesos en la empresa Cepeda Cía. Ltda de la ciudad de Ambato*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato.

Ruiz, E. & Mayorga, M. (2014). *Herramientas de manufactura esbelta aplicadas a una propuesta de mejora en un laboratorio químico de análisis de minerales de una empresa comercializadora*. (Tesis de maestría). Universidad Católica del Perú, Lima.

Fuertes, W. (2013). *Análisis y mejora de procesos y distribución de planta en una empresa que brinda el servicio de revisiones técnicas vehiculares*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica del Perú, Lima.

Becerra, W. & Vilca, E. (2016). *Propuesta de desarrollo de lean manufacturing en la reducción de costos por reprocesos en el área de pintado de la empresa factoría Bruce S. A.* (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo

## ANEXOS

### Anexo n.º1. Ficha técnica de plataforma



TRAILERS HERCULES LTDA  
Fabricación de estructuras y plataformas petroleras  
Inscripción ante el Min. Transportes 631105  
Nº: 900.144.073-0

### FICHA TÉCNICA

### PLATAFORMA

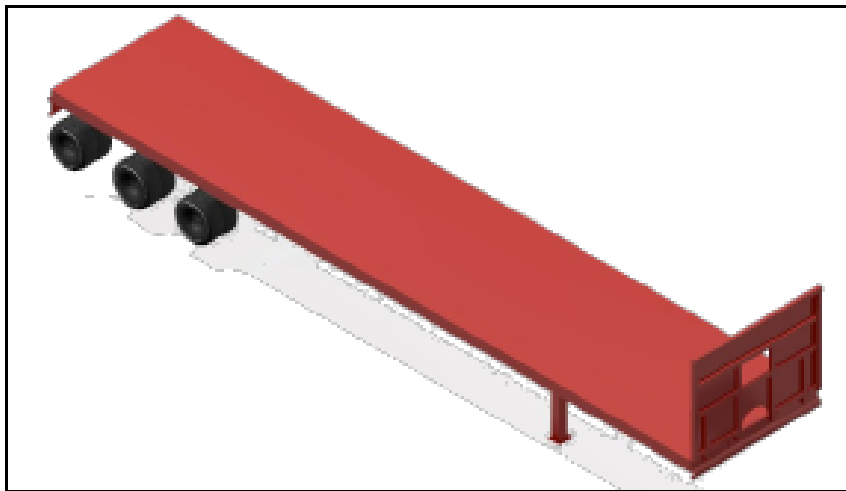


Figura 1. Plataforma de Tres Ejes

Planchón para carga múltiple como tuberia, lamina, sacos de cemento y todo tipo de carga de gran volumen y peso. Se fabrican como remolque y semi-remolque. Posee puentes estructurales en forma de "C" ubicados transversalmente al bastidor que conforman la armazón de la unidad. Según su capacidad, posee de uno a tres ejes con una resistencia de hasta 25000 libras cada uno.

#### 1. DIMENSIONES PLATAFORMAS HOMOLOGADAS

Nº Ficha Homologación: SS-2276

Longitud Total:.....12.50 m

Nº ejes:.....3

Ancho:.....2,6 m

Altura:.....1.533 mm

Nº Ficha Homologación: SS-1868

Longitud Total:.....12.20 m

Nº ejes:.....2

Ancho:.....2,6 m

Altura:.....1.533 mm

Autopista Medellín Sector Báscula costado derecho Km 10+600  
Parque Industrial Hercules Tenjo-Cundinamarca  
PBX: 6657630 Cel: 311 254 99 98 WEB: [www.trailershercules Ltda.com](http://www.trailershercules Ltda.com)  
E-mail: [luis.pacheco@trailershercules Ltda.com](mailto:luis.pacheco@trailershercules Ltda.com)

Anexo n.º2. Descripción técnica de plataforma



TRAILERS HERCULES LTDA  
Fabricación de estructuras y plataformas petroleras  
Inscripción ante el MTC. Transparencia E0105.  
Nº 000 144 0730

**Nº Ficha Homologación: SS-5409**

Longitud Total:.....13.0 m  
Nº ejes:.....2  
Ancho:.....2,6 m  
Altura:.....1.533 mm

**2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA:**

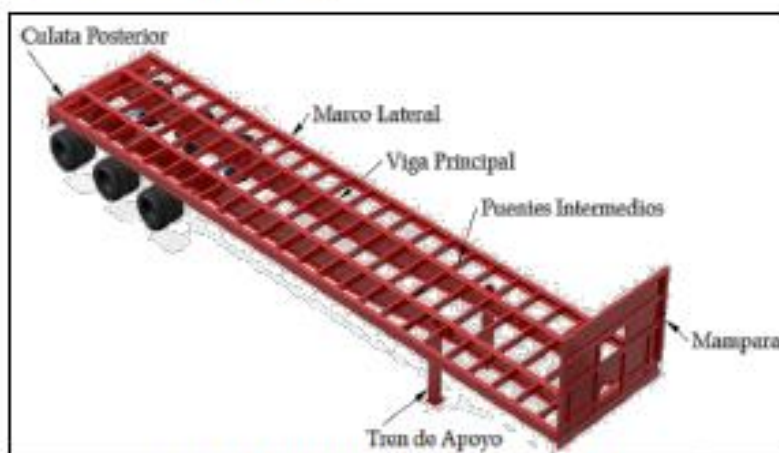


Figura 2. Descripción Plataforma de Tres Ejes

- + **Vigas principales:** Perfil tipo I prefabricadas, con alas de acero de alta resistencia (platina Arba de 5/8" de espesor y almas en Lámina estructural A-36 de 5/16" de espesor. Las vigas están estabilizadas con refuerzos transversales verticales en la unión de las almas y entre ellas con canales.
- + **Puentes intermedios:** Perfiles en forma de "C" fabricados en Lámina estructural A-36 de 3/16". Cada puente une las vigas principales con los Marcos laterales formando una estructura sólida para resistir la carga distribuida sobre el piso.
- + **Marco lateral:** Perfil en forma de "C" fabricado en Lámina estructural A36 de ¼", soldado en cada puente y estabilizado en la zona central por tubos de Ø2" sch-40.

Autopista Medellín Sector Bécucula costado derecho Km 10+600  
Parque Industrial Hercules Tenjo-Cundinamarca  
PBOX: 8657630 Cel. 311 254 99 96 WEB: [www.trailersherculesltda.com](http://www.trailersherculesltda.com)  
E-mail: [luis.pacheco@trailersherculesltda.com](mailto:luis.pacheco@trailersherculesltda.com)

### Anexo n.º3. Descripción técnica de plataforma



TRAILERS HERCULES LTDA.  
Fabricación de estructuras y plataformas petroleras  
Inscripción ante el Min. Transporte 02105  
Nº: 900.144.073-0

- ✦ **Puente frontal y posterior:** (culata frontal y posterior) Secciones formadas en Lámina estructural A-36 de 3/16", diseñadas para resistir los impactos de acoplamiento y soportar la carga trasera.
- ✦ **Porta estacas:** Canales fabricadas en acero soldadas a los rieles laterales, protegidos con banda de rozamiento.
- ✦ **Pisos:** Lamina alfajor de 2.5mm, apoyada sobre perfiles tipo omega fabricados en acero y soldados en los puentes.
- ✦ **Tren de apoyo:** Mecánico de dos velocidades, dos velocidades, 31,3 pulgadas de longitud retraída, con 18,5 pulgadas de desplazamiento vertical, 22,000 libras de capacidad estática y montaje universal.
- ✦ **Porta repuesto:** Uno tipo canasta ubicado en la zona central del equipo de dos puestos.
- ✦ **Acoplador:** Placa de desgaste en acero al carbón en 3/8", reforzado con puentes en acero estructural A-36. Este conjunto esta soldado a las vigas principales formando una sección resistente a las cargas transmitidas por la quinta rueda en el cuello.
- ✦ **King-pin:** Estándar de dos piezas intercambiables en acero de alta resistencia según norma DIN 74081 e ISO 337.
- ✦ **Rines:** TRECE (13) RINES tipo disco R 22.5 que cumplen con la carga de diseño propio del equipo (se suministran de acuerdo a la negociación).
- ✦ **Llantas:** TRECE (13) LLANTAS DIRECCIONALES 295 80 R 22.5 que cumplen con la carga de diseño propio del equipo (se suministran de acuerdo a la negociación).
- ✦ **Suspensión:**
  - Suspensión tipo INCA, muelles de 3plg. perchas y tensores de fabricación estándar.
  - Tres (3) ejes REDONDOS de  $\varnothing 5"$ , trocha ancha (77.5") de 25.000 lb para rin tipo disco.
- ✦ **Sistema neumático de frenos completo:**
  - Una (1) válvula Relay.
  - Dos (2) tanque de aire.

Autopista Medellín Sector Báscula costado derecho Km 10+600  
Parque Industrial Hercules Tenjo-Cundinamarca  
Pbx: 8887630 Cel. 311 254 99 98 WEB: [www.trailersherculesltda.com](http://www.trailersherculesltda.com)  
E-mail: [luis.pedraza@trailersherculesltda.com](mailto:luis.pedraza@trailersherculesltda.com)

#### Anexo n.º4. Descripción técnica de plataforma



TRAILERS HERCULES LTDA.  
Fabricación de estructuras y plataformas petroleras  
Inscripción ante el Min. Transporte 83105  
Nº 900 144 073-0

- Cuatro (4) cámaras sencillas para freno.
- Dos (2) cámaras dobles para freno de seguridad
- Mangueras, racores y acoples.
- Dos conectores de aire frontal para enganche del aire con el cabezote.

#### + Sistema eléctrico 12V:

- Luces traseras tipo LED:
- Luces de giro a la derecha e izquierda.
- Luz de reversa.
- Luces estacionarias.
- Luces de baja.
- Luces de freno.

+ Luces laterales tipo LED ocho (8) unidades

+ Un conector de 7 vías para enganche con cabezote.

#### + Señalización de giro a la izquierda y giro a la derecha, según especificaciones del ministerio de transporte.

#### Accesorios

- Una (1) caja de herramientas.
- Cinta reflectiva.
- Luz porta placas.
- Ganchos para el amarrado de la carpa.
- Dos (2) guarda lodos delanteros.
- Dos (2) guarda lodos traseros.
- Un (1) parachoques trasero
- Ocho (8) porta pines.
- Cuatro (4) malacates fijos 6U, con eslinga
- Ocho (8) Twist Lock's para anclaje de contenedores de 40 FT y 20 FT.
- Una (1) mampara estándar con soportes para pines de tubería y soportes para la pica y pala.

## Anexo n.º5. Pintura, pruebas y ensayos y documentación incluida



TRAILERS HERCULES LTDA.  
Fabricación de estructuras y plataformas petroleras  
Inscripción ante el Min. Transporte 03105  
Nº: 900 144 073-0

### 3. PINTURA:

- + **PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE:** Se realiza, esta preparación por medio de SAND BLASTING (chomo abrasivo), hasta obtener un grado a metal blanco teniendo en cuenta las especificaciones de la norma americana SSPC-SP4 que se encuentra entre 38 y 50 micrones es decir un perfil de anclaje que oscile entre 1.5 – 2.0 Mills.
- + **APLICACIÓN DE ANTICORROSIVO EXTERIOR E INTERIOR:** Posterior a la preparación de la superficie, este anticorrosivo se aplica por aspersión con equipo AIRLESS (ADMIRAL 40:1) dejando una capa seca de 2.0-3.0 Mills.
- + **APLICACIÓN DE ESMALTE ALQUIDICO EXTERIOR:** Aplicación del acabado final en dos aplicaciones la primera capa con un espesor aproximado de 3.0- 3.5 Mills y una segunda capa con un espesor final de película seca que oscila entre 6.0 – 7.0 Mills realizado por aspersión con equipo AIRLESS (ADMIRAL 40:1) teniendo en cuenta el color solicitado por nuestros clientes.

### 4. PRUEBAS Y ENSAYOS:

- + Enganche y desenganche de quitan rueda.
- + Pruebas neumáticas sobre suspensión y frenos.
- + Alineación del equipo.

### 5. DOCUMENTACIÓN INCLUIDA CON LA ENTREGA DEL EQUIPO:

- + TRAILERS HERCULES LTDA., declara que todos los servicios y equipos suministrados en virtud del Objeto de la presente oferta técnica tienen su respectiva documentación legal expedida por la autoridad competente.
- + junto a la entrega del equipo se hace entrega de la siguiente documentación referente al equipo fabricado:
  - + Dossier del equipo:
    - Ficha técnica del equipo.
    - Listado de partes del equipo suministrado
    - Certificados de calidad de los materiales utilizados para la construcción del equipo.

Autopista Medellín Sector Biscuila costado derecho Km 10+600  
Parque Industrial Hercules Tenjo-Cundinamarca  
PBX: 8657630 Cel. 311 254 99 96 WEB: [www.trailershercules.com](http://www.trailershercules.com)  
E-mail: [luis.pacheco@trailershercules.com](mailto:luis.pacheco@trailershercules.com)



Anexo n.º6. Documentación incluida



TRAILERS HERCULES LTDA.  
Fabricación de estructuras y plataformas petroleras  
Inscripción ante el Min. Transportes 621105  
Nº: 900.144.073-0

- Certificado de las soldaduras utilizadas en la construcción del equipo.
- Certificados de soldadores.

Autopista Medellín Sector Biscuile costado derecho Km 10+600  
Parque Industrial Hercules Tenjo-Cundinamarca  
P&X: 6687600 Cel. 311 254 99 98 WEB: [www.trailersherculesltda.com](http://www.trailersherculesltda.com)  
E-mail: [luis.pedraza@trailersherculesltda.com](mailto:luis.pedraza@trailersherculesltda.com)

Anexo n.º6. Documentación incluida

**ESTUDIO DE TIEMPOS**

Fecha		2/01/2019	
Actividad	Cortar almas		
Horario	Tiempo (t) (Horas)	t <sup>2</sup>	
1	08:00:00	1.85	3
2	10:00:00	1.95	4
3	12:00:00	1.85	3
4	02:00:00	2.01	4
5	04:00:00	1.9	4

Sumatoria 9.56 18  
**Tiempo promedio 1.91 horas**  
 Desviación Std 0.07  
**Tamaño de muestra 2**

**Datos del operario**

Factor de actuación 95%  
**Tiempo Normal 1.82 horas**

**Suplementos**

Fatiga 5%  
 Necesidades 4%  
**Total suplementos 9%**

**Tiempo Estándar (seg) 1.98 horas**

**ESTUDIO DE TIEMPOS**

Fecha		3/01/2019	
Actividad	Cortar platinas		
Horario aleatorio	Tiempo (t) (Horas)	t <sup>2</sup>	
1	08:00:00	1.86	3
2	10:00:00	1.75	3
3	12:00:00	1.82	3
4	02:00:00	1.85	3
5	04:00:00	1.83	3

Sumatoria 9.11 17  
**Tiempo promedio 1.82 horas**  
 Desviación Std 0.04  
**Tamaño de muestra 1**

**Datos del operario**

Factor de actuación 95%  
**Tiempo Normal 1.73 horas**

**Suplementos**

Fatiga 5%  
 Necesidades 4%  
**Total suplementos 9%**

**Tiempo Estándar 1.89 horas**

**ESTUDIO DE TIEMPOS**

Fecha		4/01/2019	
Actividad	Corte del doblado de puentes		
Horario aleatorio	Tiempo (t) (Horas)	t <sup>2</sup>	
1	08:00:00	1.95	4
2	10:00:00	1.84	3
3	12:00:00	1.87	3
4	02:00:00	1.89	4
5	04:00:00	1.93	4

Sumatoria 9.48 18  
**Tiempo promedio 1.90 horas**  
 Desviación Std 0.04  
**Tamaño de muestra 1**

**Datos del operario**

Factor de actuación 95%  
**Tiempo Normal 1.80 horas**

**Suplementos**

Fatiga 5%  
 Necesidades 4%  
**Total suplementos 9%**

**Tiempo Estándar 1.96 horas**

**ESTUDIO DE TIEMPOS**

Fecha		7/01/2019	
Actividad	Corte de portallantas		
Horario aleatorio	Tiempo (t) (Horas)	t <sup>2</sup>	
1	08:00:00	1.92	4
2	10:00:00	1.9	4
3	12:00:00	1.83	3
4	02:00:00	1.82	3
5	04:00:00	1.96	4

Sumatoria 9.43 18  
**Tiempo promedio 1.89 horas**  
 Desviación Std 0.06  
**Tamaño de muestra 1**

**Datos del operario**

Factor de actuación 95%  
**Tiempo Normal 1.79 horas**

**Suplementos**

Fatiga 5%  
 Necesidades 4%  
**Total suplementos 9%**

**Tiempo Estándar 1.95 horas**