



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Propuesta de estudio de métodos en producción de spools de tubería para incrementar productividad en Empresa Servicios Metal-Mecánica Hermanos Benites S.R.L.”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Br. López Lizárraga, Giancarlo (ORCID: 0000-0002-6791-9922)

ASESOR:

MSc. Seminario Atarama, Mario Roberto (ORCID: 000-0002-9210-3650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

PIURA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi familia por creer siempre en mí y por su amor incondicional y creer en mi a pesar de las dificultades que uno atraviesa en la vida.

Agradecimiento

Un agradecimiento muy especial a mis maestros y asesor por orientación y paciencia, porque ha sabido sacar lo mejor de mí, por hacerme creer que se puede lograr grandes cosas. A Dios que siempre va estar ahí. Y a mi familia porque cada día nos unimos más porque el éxito de uno de nosotros es el orgullo de toda la familia.

Índice

CARÁTULA	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. MÉTODO	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Operacionalización de variables	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	15
3.5. Procedimiento.....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos éticos	17
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN	50
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS	54
ANEXOS	59

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	13
Tabla 2. Población y muestra.....	15
Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	15
Tabla 4. Tolerancias	23
Tabla 5. Producción de la planta de spool actual	24
Tabla 6. Proceso de producción de la planta de spool actual.....	25
Tabla 7. Efectividad actual de entregas	25
Tabla 8. Contraste de horas planificadas y ejecutadas	26
Tabla 9. Ponderaciones de las causas del problema	28
Tabla 10. Diagrama de las actividades de los procesos (DAP).....	31
Tabla 11. Revisión de planos actual	33
Tabla 12. Recepción de materiales actual.....	33
Tabla 13. Corte actual.....	34
Tabla 14. Armado actual.....	34
Tabla 15. Soldadura actual.....	35
Tabla 16. Instalación actual	35
Tabla 17. Control de calidad actual.....	35
Tabla 18. Inactividad actual	36
Tabla 19. DAP- propuesto	38
Tabla 20. Producción de planta spool proyectada.....	41
Tabla 21. Revisión de planos- mejorado	42
Tabla 22. Recepción de materiales- mejorado	42
Tabla 23. Corte- mejorado	42
Tabla 24. Armado- mejorado	43

Tabla 25. Soldadura- mejorada	43
Tabla 26. Instalación- mejorada	44
Tabla 27. Control de calidad- mejorada.....	44
Tabla 28. Inactividad mejorada	44
Tabla 29. Flujo de caja.....	46
Tabla 30. Indicadores de viabilidad y rentabilidad	47
Tabla 31. Beneficios y costos.....	48

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de Ishikawa	27
Figura 2. Diagrama de Pareto	29
Figura 3. Layout de la empresa- zona de la producción de Spool	29

Resumen

En la presente investigación se buscó determinar si el estudio de métodos, como propuesta de mejora en el proceso de producción de spools de tubería, permite incrementar la productividad en la Empresa Servicios Metal Mecánica Hermanos Benites S.R.L. de forma eficiente y rentable. Como metodología se empleó al enfoque cuantitativo, el diseño no experimental y transversal, con nivel descriptivo, explicativo y prospectivo, realizándose un análisis de tiempos y métodos en el proceso de producción de los spools en el periodo 2019 y los dos primeros meses del 2020. Como resultado se obtuvo una reducción de tiempos, aumento del 9.95% de la productividad, asimismo se encontró con la propuesta un beneficio costo de 1.46 además de una rentabilidad económica del 62%. Recomendándose su implementación para mejorar los problemas de demoras por los montacargas y la cantidad excesiva de los spools en proceso.

Palabras claves. Productividad, métodos, tiempos

Abstract

In the present investigation, we sought to determine if the study of methods, as a proposal for improvement in the production process of pipe spools, allows increasing productivity in the company Servicios Metal Mecánica Hermanos Benites S.R.L. efficiently and profitably. As a methodology, the quantitative approach was used, the non-experimental and cross-sectional design, with a descriptive, explanatory and prospective level, performing an analysis of times and methods in the production process of spools in the period 2019 and the first two months of 2020. As a result, a reduction in time was obtained, an increase of 9.95% in productivity, and the proposal also found a cost benefit of 1.46 in addition to an economic profitability of 62%. Its implementation is recommended to improve the problems of delays by the forklifts and the excessive amount of spools in process.

Keywords. Productivity, methods. time

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, tanto trabajadores y organizaciones empresariales dan el debido reconocimiento a la productividad, pues desde la perspectiva cuantificable de ésta, representa uno de los dotes más importantes para analizar los aspectos de una organización que se encuentren debilitados y también los que sean sus fortalezas, y ciertas necesidades para la formación del personal idóneo en cada tarea con el fin de dinamizar la organización.

En los últimos años, países latinoamericanos han registrado en los indicadores sociales y económicos un progreso, donde en la región subió un 3.3% anual, sin embargo, desde una perspectiva a largo plazo el crecimiento de la región ha quedado a la zaga del de otras economías sobresalientes, inversamente a lo que mucha gente cree, el imperceptible nivel de inversión no es necesariamente responsable de este rendimiento defectuoso. La productividad baja y lenta contribuye una mayor ilustración para el bajo ingreso en América Latina en balance con economías avanzadas. Por tanto, en América Latina, se estima que la productividad se encuentra alrededor de la mitad de su potencial y no está colocando a la par del límite de una adecuada productividad; así pues, en el mundo, el crecimiento más lento de AL es debido al desarrollo pausado de la productividad (OCDE, 2018).

Con respecto a la economía en el Perú, existen baja producción por tanto existe bajos salarios; por consiguiente, en relación a otras economías desarrolladas existen una gran medida de unidad en el factor capital y trabajo. Además un trabajador en países donde la economía es desarrollada percibe cinco veces más que un trabajador peruano, con un total de los factores de productividad muestra una tasa de -0.3 a 0.0% de promedio anual, a pesar del uso de tecnología aplicado en sus procesos, esta situación conlleva a las empresas y organizaciones de manera preocupante a buscar el desarrollo o la forma de cómo ser competitivos alcanzando una eficiencia adecuada para mantener el nivel en sus sectores productivos y de esa manera se genere sostenibilidad (Céspedes, Lavado y Ramírez, 2016).

El aporte de la industria metalmecánica en el Perú es valioso ya que es fuente de trabajo de muchas personas la cual contribuye en el desarrollo de la región y del país, que tiene la capacidad de fabricación de productos menores hasta la fabricación de productos a gran escala, pero a pesar de ello este sector sufre de inconvenientes en cualquiera de sus operaciones, pero siempre apunta a la mejora continua.

La empresa Hermanos Benites S.R.L está ubicada en el distrito de El Alto de la provincia de Talara, es una organización del rubro metal mecánica dedicado a la fabricación de spools de tubería, en el desarrollo de sus actividades se evidencia que no hay una buena organización en el área de trabajo, se muestran algunos retrasos y demoras en el área del proceso de fabricación de spools de tuberías, debido a este inconveniente se observa una baja productividad. Mediante la observación se determinó algunos sucesos que se presentan en la empresa, tales como la mala distribución de armado y soldeo, la ubicación del almacén se encuentra muy alejado del área de producción la cual genera retrasos, los desechos generados en la producción son acumulados en la misma área, reduciendo la zona de trabajo, la falta de capacitación de personal y lo más importante es la baja motivación del personal (salarios, bonos de producción, reconocimientos de un buen trabajo). Asimismo, existe demasiado tiempo utilizado por los operarios al realizar las actividades por la cual no se puede estimar de forma precisa si lo producido cumple con lo planificado, además que se genera grandes cantidades de desperdicios de materiales la cual influye en la baja productividad de la empresa, también cabe señalar que no hay un estudio que determine un adecuado control del proceso.

El problema principal de la investigación se formuló de la siguiente manera: ¿Utilizar el estudio de métodos como propuesta de mejora en el proceso productivo de spools de tubería, permite el incremento de la productividad en la Empresa Servicios Metal Mecánica Hermanos Benites S.R.L. de forma eficiente y rentable? Y como preguntas específicas, se plantearon: i) ¿Cómo es el actual proceso de producción de spools de tubería en la empresa?, ii) ¿Cuáles son los indicadores de productividad y las variables que la están afectando?; iii) ¿Cómo incrementar la productividad del proceso de producción de spools de tubería en base al estudio de métodos?; y iv) ¿Cuál sería el costo-beneficio de emplear la propuesta del estudio de métodos en el proceso de producción de spools de tubería para el incremento de la productividad?

La necesidad de reparar los procesos de producción, ha hecho que se profundice y se centre la atención en la productividad y su estudio para conocer más a fondo cómo mejorar la competitividad; sin embargo a nivel empresarial existen aún un nivel de resistencia cuando se trata de mejorar operaciones, innovar procesos, que van a suponer un incremento de la productividad generando un ahorro de costes de fabricación, a pesar de esto, los índices de mejora de la productividad crea la principal enmienda para lograr incrementar los rendimientos, desempeño y así poder fabricar productos de calidad que generen mayor competitividad en el mercado. Este estudio tiene un impacto potencial práctico ya que ayuda a controlar mejor la

producción de la organización, de tal manera que la productividad mejore y asimismo mayor rentabilidad, también es necesario decir que es de mucha importancia para los proveedores, clientes y para el rubro en metalmecánico en general. En la parte social se establecen mejoras en los puestos de trabajo y empresas que dependen del movimiento que genera la organización con su desarrollo productivo en un mercado potencial.

El objetivo primario del estudio se orientó a lograr lo siguiente: Determinar si el estudio de métodos, como propuesta de mejora en el proceso productivo de spools de tubería, permite el incremento de la productividad en la Empresa Servicios Metal Mecánica Hermanos Benites S.R.L. de forma eficiente y rentable. Como objetivos específicos se plantearon los siguientes: i) Diagnosticar el actual del proceso de producción de spools de tubería en la empresa; ii) Evaluar los indicadores de productividad y variables que la afectan; iii) Diseñar una propuesta de mejora en base al estudio de métodos para incrementar la productividad del proceso de producción de spools de tubería; y iv) Determinar el costo-beneficio de emplear el estudio de métodos como propuesta para el incremento de la productividad.

La hipótesis que se ha seguido es que, en efecto, la propuesta del estudio de métodos en el proceso de producción de spools de tubería, permite el incremento de la productividad en la Empresa Servicios Metal Mecánica Hermanos Benites S.R.L. de forma eficiente y rentable.

II. MARCO TEÓRICO

Como trabajos previos se han tomado estudios a nivel internacional y nacional, como la investigación de Martínez (2019) en su tesis “Propuesta de mejora del proceso de producción en una empresa productora de alimentos a partir de pollo procesado para incrementar la productividad”, analizó las actividades del proceso de producción utilizando diferentes herramientas e instrumentos: diagramas de flujo, matrices de recursos, mediciones, análisis de procesos y de capacidad, estudio de métodos y tiempos basados en la Ley de Barnes, fichas técnicas y de observación, indicadores, Diagrama de Pareto, proyección de estados financieros. Se identificó actividades que originan una baja productividad, lo cuales son: 1) falta estandarización de procesos de producción, 2) carencia de indicadores de productividad y 3) calidad de los productos, para luego proponer alternativas de mejoramiento y evaluar los beneficios de su implementación. La rentabilidad de la propuesta fue del 21% superior a la tasa de oportunidad del proyecto alternativo equivalente al 10%. La relación beneficio/costo fue de 1.70 pesos.

Brisot (2018), en su investigación “Pipe Spool Pre-Fabrication to Achieve Higher Productivity”, propuso comparar la productividad de soldadura y acoplamiento de tubería fuera del sitio con la productividad de soldadura y acoplamiento de tubería en el sitio. La metodología fue descriptiva, se recolectó 20,673.92 horas de trabajo de datos de 83 sitios de trabajo diferentes realizados por 58 contratistas diferentes. Como resultados se obtuvo que, los procesos de construcción comienzan a ser más móviles y comienzan a ensamblarse fuera del sitio de trabajo. La tubería fuera del sitio es un proceso crítico y costoso que pasa por el diseño, fabricación, transporte, almacenamiento, instalación e inspección. A través de la recepción de información de proyectos ejecutados, esta tesis analiza los dos procesos principales de instalación de tuberías, soldadura y acoplamiento, y cómo el aumento de la productividad obtenida por la producción en fábrica cambió los valores de la tasa unitaria. Después de la eliminación de los valores atípicos, la importancia de los siete diámetros de tubería analizados se estableció mediante el uso de una prueba de Mann Whitney con un nivel de significancia de .05 para determinar qué procesos mejoraron con éxito la productividad.

Kovács (2018), en su estudio titulado “Methods for efficiency improvement of production and logistic processes”, planteó como objetivo resumir las características, campos de aplicación típicos, razones para la aplicación, pasos principales y ventajas de los tres métodos. El estudio fue descriptivo, y se centró en explicar las ventajas y desventajas de los métodos aplicados.

Como resultados se obtuvo que, con un tiempo de entrega más corto, el cliente obtendría el producto solicitado en el menor tiempo posible. La operación económica y rentable de las empresas se puede lograr utilizando la producción máxima (o servicio) y las capacidades logísticas, que incluyen la utilización óptima de fuentes y equipos humanos. Se necesita una producción flexible (o servicio) y logística para responder a las demandas de la economía que cambia rápidamente y las demandas dinámicas de los clientes.

Araújo y Saraiva (2018), en su investigación titulada “Time and motion study applied to a production line of organic lenses in Manaus Industrial Hub”, tuvieron como objetivo insertar pausas entre horas de producción, de cinco minutos, sin que ello afecte la demanda o aumentando la carga laboral al operador. Usaron técnicas de tiempo y movimiento con el fin de optimizar las operaciones, identificar las actividades y los desechos con valor agregado y sin valor agregado. El estudio de caso describe el escenario actual de la empresa, la situación propuesta, el tratamiento de datos y los resultados. Como en la situación estudiada mostró que los operadores tenían solo tres descansos durante todo el turno de trabajo, uno de ellos utilizado para la reunión diaria en lugar de las necesidades personales. Para lograr el objetivo estudiaron los ciclos de cada operación antes y después de agregar los descansos, y se verificaron las condiciones de la línea. Después de realizar el cronoanálisis mencionado, se identificaron dos operaciones como cuellos de botella.

Nakamura, Kaihatsu y Yagi (2018), en su investigación presentó como objetivo examinar los antecedentes del reciente crecimiento de la baja productividad laboral de Japón y analiza los problemas relacionados con el crecimiento sostenible de Japón. Como parte de la metodología se empleó el estudio descriptivo. Llegándose a obtener como resultados que la productividad laboral en los principales países avanzados se ha desacelerado últimamente. Esto se ve afectado principalmente por la desaceleración de la productividad total del factor (TFP). En Japón, hay dos razones detrás de la desaceleración: primero, la tecnología y la acumulación de ideas por investigación y el desarrollo (I + D) y recursos de gestión como capital y trabajo que no se utilizan de manera eficiente; y segundo, estos recursos no se reasignan eficientemente entre las corporaciones. Para mejorar la productividad de Japón a mediano y largo plazo, es conveniente alentar la reasignación flexible de los recursos de gestión, como el capital y el trabajo, cambiando el proceso de trabajo a nivel corporativo de acuerdo con los cambios en el entorno socioeconómico y advenimiento de nuevas tecnologías, así como mejorando la eficiencia en los mercados laboral y de capital.

Collado (2018) en su estudio “Mejora de la productividad aplicando herramientas de ingeniería de métodos en un taller mecánico automotriz”, en la cual uno de los objetivos específicos consistió en determinar cómo ayuda el aplicar herramientas ingenieriles de métodos en la reducción del tiempo para despachar repuestos de almacén. En el desarrollo del trabajo utilizó el método de las 5 S's que le permitió concluir que, aplicando el método, los tiempos de entrega se han mejorado en un 4.89%, permitiendo que la operatividad del asistente del almacén se enfoque al cliente interno, evitando de esta manera el reproceso y reduciendo la labor de rutina respecto de ordenar y limpiar.

Cruz (2017) presentó una investigación para reducir el nivel de desperdicios en la fabricación de calzado de la empresa D'yomis implementando herramientas Lean Manufacturing. Uno de sus objetivos específicos fue el de determinar cómo se beneficia la empresa reduciendo en su línea productiva, desperdicios de calzado. Implementó la metodología 5 S's para disminuir el desorden y los desperdicios en los procesos de corte, desbaste, perfilado, armado y alistado de los productos. Con la ayuda de este método indica que se logró calcular la cantidad óptima empleada para la fabricación del calzado la cual implica reducción de costes de producción por la utilización de los insumos en las cantidades adecuadas y requeridas, evitando así, la generación de desperdicios de manera irresponsable en las diferentes áreas de la empresa.

Córdova (2017) determinó el tiempo estándar y la productividad del proceso de confección de calzado mocasín para hombre de la empresa “El Dorado”, analizando procesos e ideando nuevos métodos de medición de tiempo y diagramas bimanuales se concluye que permitió determinar un tiempo estándar de 10.42 horas por docena de calzado mocasín para hombre y produciendo un nuevo nivel de 44 docenas por mes, además se eliminaron tiempo muertos en la estación de armado de 5 horas a 4.24 horas haciendo inexistente los cuellos de botella que se formaban en dicha área antes del estudio.

Zapata (2016) presentó la investigación titulada “Aplicación del estudio de métodos en el proceso de molienda para incrementar la productividad en la elaboración de panela granulada en el módulo Ñoma Santo Domingo”. Donde tiene objetivos específicos como, disminuir desperdicios de jugo de caña acondicionando el área del proceso de molienda, también indica como objetivo de reducir los tiempos muertos implementando un nuevo método laboral, la cual utiliza el estudio de métodos para así mejorar el proceso productivo, concluye que se ha logrado reducir el tiempo muerto o improductivo en un 66.15 % con respecto al método anterior, con respecto a la reducción de desperdicios se ha logrado disminuir en un 69.41%, por ende se

puede indicar que se ha cumplido con los objetivos trazados en la investigación mejorando la productividad en un 25.86%.

Chang (2016) buscó incrementar la productividad de una empresa fabricante de sandalias y evaluar si su propuesta es rentable. Sus resultados indicaron una productividad de máquina y de mano de obra mayor con un incremento significativo de la capacidad de planta utilizada a 47% del total, por lo que el volumen producido después de la propuesta permitiría satisfacer la producción demandada que actualmente no ha podido atender. El análisis económico indicó la rentabilidad de la propuesta con una TIR del 22% versus la tasa de referencia del 12%.

Montesdeoca (2015) investigó si el estudio de tiempos y movimientos mejora el rendimiento de una empresa de balanceado agrícola, en el cual identificó el tiempo real de un proceso con la implementación del tiempo estándar; entonces, con dicho nuevo conocimiento se prevén hacer uso de diferentes medios para mantener los tiempos, evitando y a su vez reduciendo el nivel de retrasos y caer en gastos innecesarios sin fundamento. Esto permitiría dar satisfacción a los que los clientes necesitan. Inicialmente la empresa no contaba con un procedimiento que evaluara el trabajo, entonces el estudio de tiempos y movimientos bajó en un 0,333 S / unidad del tiempo estándar del proceso logrando incrementar en 1,6% el rendimiento. El análisis económico indicó resultados de 0,26 \$/unidad y 695,5 (\$/mes) lo que eleva la utilidad a 3360.

Las teorías que sustentan la investigación giran en torno a la variable productividad en primer lugar. Ésta es una medida usualmente empleada para tener conocimiento de cuan bien los recursos o factores productivos están siendo bien utilizados en un país, una industria o una unidad de negocio. Una buena administración de operaciones y suministro busca mejorar en la medida de lo posible, el uso de los recursos disponible de una empresa (Galindo y Viridiana, 2015).

En este sentido se define como:

$$productividad = \frac{salidas, productos}{entradas, insumos, recursos}$$

La mejora de la productividad guarda su importancia en la competitividad empresarial. En lo siguiente indicamos cómo se logra, si partimos del concepto en relación al producto- insumo, consideramos tres formas de cómo se puede incrementar. Primero, aumentando los productos y manteniendo el mismo insumo o materia prima, también reducido el insumo o materia prima,

pero con los mismos productos y aumentando éstos, pero con menos insumo simultáneamente proporcionalmente (Ham, y Park, 2014)

De esta manera podemos deducir que la productividad aumentará a medida en que se incrementa el producto terminado en otras palabras el producto en físico, igualmente la productividad aumentará si se reduce los recursos empleados para la fabricación del producto o del servicio (Chiliquinga y Vallejos).

Hay diversos factores que restringen la productividad, analizando desde el punto de vista ingenieril el incremento o mejora en la productividad no sucede por sí solo, son los directivos los responsables y competentes quienes lo generan y lo consiguen fijando metas, eliminando todo tipo de obstáculos que se oponen en desarrollo de las actividades direccionando todos sus recursos optimizándolos de la mejor manera, podemos mencionar los más usuales: a) falta de capacidad del directivo para disponer de un clima adecuado para el mejoramiento de la productividad, b) organizaciones obsoletas, c) falta o escasas capacidades para medir y evaluar la productividad de la fuerza laboral, d) métodos, recursos y tecnología que intervienen individualmente o en conjunto que presentan limitaciones en la producción, el diseño del producto, la máquina y el equipo, como la calidad del insumo utilizado y su continuo abastecimiento influyen sobre la productividad de las unidades de proceso (Chiliquinga y Vallejos).

El estudio del trabajo es la metodología sistemática de llevar a cabo actividades diferentes pero relacionadas, como mejorar el uso eficiente de los recursos y establecer estándares de desempeño y calidad para las actividades que se llevarán a cabo. El estudio de trabajo generalmente se clasifica en dos áreas: estudio de método (estudio de movimiento) y estudio de tiempo (medición de trabajo) (Kulkarni, et al., 2014). El estudio de métodos se centra en hallar las mejores formas para hacer las cosas, agregando valor y eficiencia al desechar operaciones que no se requieren, demoras que se pueden evitar y otros (Duran, Cetindere y Emre, 2015).

Contiene diseño, creación y selección de métodos idóneos, procesos, herramientas, equipos y habilidades de industria para la fabricación de productos. Así, en un contexto en el que se unen el mejor método y las mejores habilidades, emerge una relación eficiente hombre-máquina. Comúnmente se describe como una técnica para extender la producción por unidad de tiempo,

o disminuir el coste unitario de producción, lo cual obviamente, mejora la productividad (Martand, 2014).

Esta técnica de medición del trabajo es la más utilizada para registrar los tiempos y las tasas de realización de operaciones específicas o sus elementos en condiciones específicas y a una tasa de trabajo definida. El estudio del tiempo es ampliamente adoptado en varios sectores, como la manufactura (Andrade; Del Rio, y Alvear, 2019), la agricultura (Saibani et al., 2015), el textil (Nabi et al., 2015). distribuir los trabajos a los recursos minimizando el desequilibrio. Desempeña un papel importante para evitar el cuello de botella y aumentar la utilización de los recursos. Para lograr un equilibrio de carga de trabajo efectivo, se aplica una técnica apropiada que permita recopilar los datos de tiempo estándar correctos. Por ejemplo, Ghongadi et al. (2015) y Nabi et al. (2015) presentaron aplicaciones de equilibrio de carga de trabajo utilizando datos de tiempo estándar obtenidos de técnicas de medición de trabajo.

Se afirma además que, los estudios de tiempo y movimiento se usan juntos para lograr resultados racionales y razonables y encontrar la mejor práctica para implementar nuevos métodos de trabajo (Mehmet y Betul, 2017). Dentro de la industria de la confección, la variación de tiempo es imprescindible ya que las prendas son fabricadas por diferentes operadores de máquinas (Abbas, Abbas y Khan, 2016). Por esta razón, Khatun (2014) enfatiza la necesidad de establecer un objetivo estándar para diferentes productos, haciendo que los estudios de tiempo y movimiento sean obligatorios.

Esto implica un análisis en dos instantes, primero, es el ingeniero de métodos quien se responsabiliza por desarrollar el centro laboral donde se fabricarán los productos; segundo, él mismo es el encargado del estudio continuo de cada área laboral a fin de que dicha investigación permita el diseño de mejores formas de trabajo, de nuevas maneras de elaboración de los productos sin afectar el nivel actual, por el contrario, elevando su calidad y eficiencia (Contreras, Freitas, Ribeiro, y Clark, 2017).

Para aplicar el estudio de métodos comprende un procedimiento sistemático la cual busca la simplificación de las actividades, y constituye: 1.- Selección de la labor a realizarse, los procesos donde los productos tienen un alto coste de fabricación, los que despliegan dificultades para conservar su calidad y los que presentan inconvenientes de competitividad, 2.- Registro de cada detalle importante del trabajo, del producto/servicio, 3.- Análisis de los detalles anteriormente registrados, 4.- Diseño innovador del método de realización del trabajo, 5.-

Adiestramiento de los operarios para la ejecución adecuada del método diseñado, 6.- Aplicarlo (Chiliquinga y Vallejos).

El estudio de métodos persigue varios propósitos entre los que destacan los siguientes: a) optimizar los procesos y procedimientos, b) mejorar el diseño y disposición de la fábrica, factoría, equipo y área de trabajo, c) economizar el esfuerzo humano y minimizar la fatiga innecesaria, d) reducir el uso de recursos empleados como materiales, máquina y mano de obra, e) establecer adecuadas condiciones de trabajo para los operarios, f) hacer más fácil, sencillo, rápido y seguro la ejecución del trabajo (Chiliquinga y Vallejos, 2017).

Determinándose mejoras al implementar esta técnica en una empresa de fabricación de vidrio reubicando la sala de moldes en un lugar más cercano a la máquina que la distancia a pie se minimiza y tanto el moldeador como el operador de la máquina son más productivos, y esto indirectamente mejora la productividad en todo el negocio. El operador de la máquina retira los moldes de la máquina y los deja en el molde junto a ellos. Los moldes se mantienen en estas sartenes durante varios minutos. Si la sala de moldes puede estar más cerca de la máquina, el operador colocará directamente los moldes en la caldera cáustica y el área de trabajo tendrá una ventaja de 30 minutos en el período de espera. Un molde tiene un período de espera de 85 minutos, excluyendo los tiempos de fabricación. Si se reubica la sala de moldes, este período se reducirá a 55 minutos. Los moldes se sacan del horno en el paso final del proceso y se enfrían durante 15 minutos (Duran y Centindere, 2015).

También se mejora la eficiencia del manejo de materiales al descubrir las áreas problemáticas, como la falta de espacio en diferentes áreas de la empresa y la falta de equipos adecuados para el manejo de materiales (Bahale, Deshmukh, 2014). El principio de estudio de métodos en una industria de fabricación de calzado para mejorar el procedimiento de trabajo y la utilización adecuada de la máquina y el material redujo el número de estaciones de trabajo, transportes, combinación de las operaciones y reducción de la fatiga del trabajador (Parthiban y Raju, 2014).

Ani, y Hamid (2014) afirmó que, el estudio del tiempo es el proceso de observación que se refiere a la determinación de la cantidad de tiempo requerida para realizar una unidad de trabajo que implica elementos de tiempo internos, externos y de máquina. Originalmente, el estudio del tiempo comenzó a usarse en Europa desde 1760 en los campos de fabricación. Es la técnica flexible en la fabricación ajustada y adecuada para una amplia gama de situaciones. Enfoque de estudio del tiempo que permite reducir o minimizar las "actividades sin valor agregado" en

el tiempo del ciclo del proceso que contribuyen al tiempo de cuello de botella. El impacto en la mejora del tiempo del ciclo del proceso para la organización fue que aumentaba la productividad y reducía los costos. Este documento del proyecto se centra en el estudio del tiempo en procesos seleccionados con tiempo de cuello de botella e identifica la posible causa raíz que contribuyó al alto tiempo requerido para realizar una unidad de trabajo. Andrade; Del Rio, y Alvear (2019) utilizó la técnica de estudio del tiempo para mejorar la productividad en los calzados utilizando la técnica de estudio de movimiento y tiempo.

La mayoría de las industrias manufactureras se encuentran actualmente con la necesidad de responder a las necesidades, los deseos y los gustos de los clientes que cambian rápidamente. Han experimentado un grado de cambio sin precedentes en el pasado, que implica cambios drásticos en los enfoques de gestión, las tecnologías de productos y procesos, las expectativas de los clientes, las actitudes de los proveedores y el comportamiento competitivo (Cascio & Montealegre, 2016). El rendimiento y la competitividad de la fabricación las empresas dependen de la confiabilidad y productividad de sus instalaciones de producción (Ahumada, y Perusquia, 2016; García, J., Cárcel, J. y Mendoza, 2019; Fucci, 2016).

La productividad de una organización expresa en qué medida extrae el resultado de la entrada dada. Los insumos pueden ser habilidades laborales, tecnología e innovaciones, etc. Con el fin de lograr un desempeño de clase mundial, cada vez más empresas están realizando esfuerzos para mejorar la calidad y la productividad y reducir los costos (Butler A. Letza S.R. y Neale B. 1997).

III. MÉTODO

3.1. Tipo y diseño de investigación

Enfoque de investigación cuantitativo

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), una investigación de enfoque cuantitativo lo es por el empleo de la medición numérica para dar respuesta a los objetivos y para la verificación de las hipótesis, basado en los postulados de la literatura ya existente de las variables estudiadas.

Diseño de investigación No experimental

Refiere a la no alteración del comportamiento natural de las variables estudiadas. Dada esa definición, el estudio es de este diseño ya que ambas variables no han sido deliberadamente manipuladas.

Tipo de investigación descriptivo explicativo prospectivo

Pues el análisis de su comportamiento y relaciones entre sí, fueron realizadas de forma descriptiva observacional de su desenvolvimiento real, cuyo diagnóstico sirvió de base para elaborar la propuesta de mejora.

3.2. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable dependiente: Productividad	Medida usualmente empleada para tener conocimiento de cuan bien son usados los recursos o factores productivos de un país, industria o una unidad de negocio. Quienes los administran y suministran estos factores, tienen la responsabilidad de que sean usados lo mejor posible los recursos disponibles (Galindo y Viridiana, 2015).	$TR=TI-TF$ <p>Dónde:</p> <p>TR: Tiempo reducido.</p> <p>TI: Tiempo al inicio</p> <p>TF: Tiempo al final</p>	Estudio de tiempo	Tiempo	Razón
		$Eficiencia\ de\ la\ línea\ (E) = \frac{\sum TS}{\sum TP} \times 100$	Eficiencia	Materiales	Razón
		$TS=TB*(1+suplemeto)$ <p>Donde:</p> <p>TS: Tiempo estándar</p> <p>TB: Tiempo básico.</p>	Medición del trabajo	Tiempo estándar	Razón

Variable independiente: Estudio de métodos	Comprende el diseño, creación y selección de los métodos, procesos, herramientas, equipos y habilidades idóneas para la fabricación de productos, ya que cuando interactúan tanto el mejor método como las mejores habilidades, emerge una relación eficiente hombre-máquina que mejora la productividad (Contreras, Freitas, Ribeiro, y Clark, 2017).	$NO = \frac{TE \times IP}{E}$ <p>Dónde:</p> <p>NO: número de operadores para la línea.</p> <p>TE: tiempo estándar de la pieza</p> <p>IP: índice de producción</p> <p>E: eficiencia planeada.</p>	Métodos	Número de Operadores	Razón
		Operaciones del proceso de producción antes y después.	Métodos	Número de operaciones	Razón
		Costos del proceso de producción antes y después.	Ratio de costos	Costos de producción	Razón

3.3. Población, muestra y muestreo

Tabla 2. Población y muestra

Indicador	Unidad de análisis	Población	Muestra	Muestreo
Tiempo	Operario	Total de personal operario del proceso de producción de spools de tubería de la empresa servicios metal mecánica Hermanos Benites S.R.L.	Personal operario del proceso de producción de spools de tubería de la empresa servicios metal mecánica Hermanos Benites S.R.L del año 2019 y de enero a febrero del 2020.	Por conveniencia
Materiales	Proceso	Todos los lotes de producción de spools de tubería de la empresa servicios metal mecánica Hermanos Benites S.R.L.	Lotes de producción de spools de tubería de la empresa servicios metal mecánica Hermanos Benites S.R.L de los meses del 2019 y de enero a febrero 2020.	Por conveniencia
Tiempo estándar	Actividades	Total de actividades del proceso de producción de spools de tubería de la empresa servicios metal mecánica Hermanos Benites S.R.L.	Actividades del proceso de producción de spools de tubería de la empresa servicios metal mecánica Hermanos Benites S.R.L de los meses del año 2019 y de enero a febrero del 2020.	Por conveniencia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Las técnicas e instrumentos de datos que se empleara en la investigación serán las siguientes la cual se indica en la tabla 3.

Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Indicador	Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos	Objetivo del instrumento	Ubicación
Tiempo	Observación	Formato de estudio de tiempo. Cronómetro.	Su objetivo es detallar el tiempo cronometrado de las actividades que realiza el operario.	Anexo 2.
Materiales	Observación	Formato de control de materiales.	Su objetivo es registrar el control de materiales utilizados en el proceso.	Anexo 3.
Tiempo estándar	Observación	Formato de estudio de tiempo. Cronómetro	Su objetivo es detallar la medición del trabajo de cada actividad, registra el tiempo observado, tiempo básico y tiempo estándar.	Anexo 2.

La validación de los instrumentos se efectuó mediante juicio de expertos que son tres profesionales de ingeniería industrial.

3.5. Procedimiento

La investigación se desarrolló en la Empresa Servicios Metal Mecánica Hermanos Benites S.R.L., en la cual se determinaron los tiempos en el proceso de producción de Spools, analizándose las áreas implicadas en este proceso y los problemas a través de un diagrama de Ishikawa y Pareto (Luca, 2016), para luego realizarse una mejora del proceso mediante un DAP y finalmente se realizó un análisis costo- beneficio.

3.6. Método de análisis de datos

Cuando se ha concluido la fase de recolección y procesamiento de los datos, se pasa al análisis de los mismos con las herramientas estadísticas adecuadas para los propósitos que se siguen (Villar y Ledo, 2016).

La información o datos que recolectados fueron ingresados y analizados en hojas de cálculo de Microsoft Excel, ya que los indicadores son de carácter cuantitativo y se representaron mediante gráficos de barra.

3.7. Aspectos éticos

Se consideran los aspectos éticos de confiabilidad de los datos obtenidos que se manipularán con fines netamente académicos y de estudio, la bibliografía que se utiliza estará presente el derecho de intelectualidad de los autores (Žydzīūnaitė, 2018).

IV. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico del actual proceso de producción de spools de tubería en la empresa

4.1.1. Descripción de la empresa

Empresa Servicios Metal Mecánica Hermanos Benites S.R.L. es una empresa, iniciada desde 1993, realizando trabajos para la empresa PetroPerú, continuando luego su servicio con Pérez Companc del Perú S.A, Sade Sucursal Perú (Área de Gas), Petrobras Energía Perú S.A., CNPC Perú S.A, ejecutando los mismos trabajos, obteniendo así una amplia trayectoria en del sector hidrocarburos.

Actualmente está especializada en el rubro y cuenta con personal altamente calificado y homologado. La empresa cuenta con sus procedimientos operativos, y de gestión, guías de trabajo e instructivos, de acuerdo a las leyes y normas de HSSE (Higiene, Seguridad, Seguridad patrimonial y Medio Ambiente).

4.1.2. Lista de servicios que brinda la empresa

- Servicio de Soldadura (Oleoductos, Acueductos, Gasoductos, Líneas de flujo), de diferentes diámetros.
- Juntas con Tubería No metálica ERFV
- Servicio de Movimiento de Suelos con Retroexcavadora, Volquetes.
- Servicio de Levantamiento de cargas y montaje con hidrogrúa.
- Servicio de Maestranza
- Servicio de Limpieza y manteamiento mayor de tanques de Almacenamiento de Crudo.
- Servicio de construcción y mantenimiento de Manifold de producción y Trampas de lanzamiento / recepción para limpieza de ductos.

- Construcción de losas de concreto para Manifold de producción, trampas para limpieza.
- Servicio de Cama Alta para transporte de tuberías y otros.
- Servicio de Limpieza y mantenimiento de Ductos (Oleoductos, Acueductos, Gasoductos, Líneas de flujo).
- Servicio de Arenado y Pintado.
- Servicio de soldadura por Termo-fusión de 2" a 14".
- Servicio de mantenimiento de Válvulas.
- Servicio de gasfitería Industrial.
- Servicio de Electricidad Industrial.
- Servicio de Inspección por Ultrasonido.
- Servicio de Obras civiles.

4.1.3. Descripción de los procesos de los spools

1. Revisión de planos

En primera instancia, se revisa los planos e isométricos que son suministrados por el cliente, asimismo elabora un listado donde define el número de plano y su última revisión, es importante señalar que los planos e isométricos deberán de estar aprobados para construcción por el cliente.

2. Recepción de materiales

Para la recepción en todas las fases hay un control de calidad e identificación por las que el material suministrado pasa, desde que llega a almacén hasta que es almacenado. Aplica al material siderúrgico destinado a la obra. En este procedimiento también están incluidos los métodos de la empresa con los que se verifican los procesos subcontratados.

3. Corte de material

- a) El equipo de oxicorte debe ser encendido con chispero, pues está prohibido hacerlo con otro elemento.
- b) Para ser encendido el soplete, el fabricante debe primero abrir la válvula de acetileno, seguido el oxígeno y tercero la llama se regula conforme se desea. Para apagarlo se sigue el mismo orden, primero se cierra la válvula y luego el oxígeno.
- c) Previo a que una pieza de hierro o acero sea cortada, se debe tener seguridad de que vayan a caer escorias en lugares de poca accesibilidad y con ello se inicie un incendio. Asimismo, el pico del soplete debe ser mantenido limpio y sin obstrucciones.
- d) El trabajo debe realizarse con la presión correcta. Ello evitará o reducirá el riesgo de explosión o retrocesos de llama. De llegar a producirse un ruido como si fuera un silbido, inmediatamente las llaves del soplete deben ser cerradas. El retroceso evidencia un funcionamiento inadecuado del equipo. Encontrar la causa y corregirla antes de volver a encenderlo.
- e) Por ningún motivo se debe poner sobre el suelo el soplete encendido, ya que en contados segundos se apagará y para volver a encenderlo debe prevenirse contra una explosión pues el riesgo de formar mezcla explosiva es latente. En los trabajos de corte y soldadura siempre debe tenerse en un radio de 10m extintores suficientes.
- f) Al soldar o cortar, esta actividad no debe ser realizada en cercanía de combustible derramado; también, trabajos de soldadura, calentamiento y oxicorte están prohibidos en lugares con pinturas inflamables; así se reduce el riesgo de explosión y/o incendio.
- g) La manguera de aire comprimido no es intercambiable con la de oxígeno debido a que, en el primer caso, ésta puede contener aceite. Asimismo, las mangueras deben ser protegidas mecánicamente evitando que objetos pesados las aplasten, que escorias las quemen y la unión de mangueras individuales oxígeno y acetileno debe ser cada 100cm.

4. Armado

a) Revisar todos los planos e isométricos correspondientes a la zona de ejecución, verificando su condición, que los espacios establecidos sean los adecuados para las partes a instalar y determinando interferencias o modificaciones necesarias. Para iniciar primero informar al cliente cualquier condición que amenace la calidad y seguridad del trabajo.

b) Durante el armado de las tuberías, ninguna estructura o instalación en la zona debe ser usada como almacén temporal, salvo el cliente lo autorice. De darse esto quedarán debidamente señalizadas con cinta y/o malla y sus respectivos tacos.

c) Evitar manipular la tubería para que no se aplaste, distorsione, raye u otro daño; incluso si la tubería tiene, además, una cubierta protectora. La tubería no debe arrastrarse o deslizarse y los tapones de protección no han de ser removidos hasta que su inmediata instalación no esté lista.

d) Cuando esté lista la tubería para el armado, realizar una inspección visual para detectar daños que superen lo permitido y no garanticen un óptimo servicio. De darse el caso, debe removerse del lugar y reemplazarse por una nueva y con sus especificaciones aprobadas. Emplear biombos para proteger de chispas y destello de soldadura.

e) Se requiere experiencia de los integrantes de la cuadrilla en el armado de tuberías.

- El operario montajista debe tener experiencia comprobada en trabajos similares.
- El operador de la grúa y el rigger debe ser entrenado para trabajos de izaje.
- Los fabricantes de armado de tubería deben ser calificados y de experiencia comprobada.
- El soldador de 2° (puntalador) debe haber aprobado el examen establecido para el Proyecto de acuerdo al Procedimiento para la calificación de soldadores.

f) Antes de iniciar los trabajos, todo el personal involucrado realizará el análisis de riesgo operacional (SARO).

g) El diámetro interno de las tuberías deben alinearse en consideración de la tolerancia indicada por el fabricante para diámetros y espesores:

- Si el desalineamiento interno excede de 1/16" (1.6 mm): la superficie interior de la tubería se mecaniza de la parte más gruesa a fin de que la junta quede dentro de la tolerancia.
- Si el desalineamiento interno no excede de 1/16" (1.6 mm): se puede soldar y no es necesario modificar la junta. En caso de ovalamiento en los tubos y que uno no gire alrededor de su eje sin que la posición final en el sistema se altere (sin ramificaciones), los diámetros mayores de cada uno se colocan de manera coincidente para que no se sobrepase las tolerancias especificadas.
- Dos elementos que una vez ensamblados excederán las tolerancias permitidas no se preparan ni sueldan. El desalineamiento se corrige si ello no repercute en otras tolerancias de fabricación o reduce espesores de pared por debajo del mínimo especificado.
- La superficie a ser soldada estará libre de aceite, humedad, escamas, arena, pintura o cualquier otra materia extraña. Todos los biseles deberán limpiarse previo a la soldadura. esta actividad selle vara a cabo mediante amoladoras con piedra esmeril, cepillo o disco lija según sea necesario. Los bordes ásperos e irregulares se amolan o fresan hasta limpiar el metal. Los biseles golpeados o irregulares serán amolados hasta que las superficies conformen el bisel especificado en el procedimiento de soldadura (EPS) a emplear.
- En caso que se utilice una biseladora para re-biselar en línea, la actividad de limpieza se obviara, salvo que el bisel se perturbe por suciedades o cuerpos extraños entre esta actividad y la soldadura, para evitarlo estos pueden ser cubiertos protegiéndose de la humedad. Se prohíbe contaminar el medio ambiente, tal como el polvo usando protecciones adecuadas.

- Los accesorios que sean recortados o re-biselados se examinarán visualmente antes de soldar para detectar laminaciones sobre la superficie de corte. si se necesita un examen más profundo, se realizará un ensayo no destructivo.
- Antes del alineado se debe prever que el ovalamiento de los tubos no exceda las siguientes tolerancias:

Tabla 4. Tolerancias

Diámetro Nominal, mm (pulg)	Tolerancias
≤ 914.4 (36)	± 0.5% del diámetro interior
> 914.4 (36)	± 0.4% del diámetro interior

Fuente: Empresa Servicios Metal Mecánica Hermanos Benites S.R.L.

5. Soldadura

Refiere a lo que trabajos de alineado y soldadura a tope en Tuberías de acero al carbón en ductos requiere para transportar hidrocarburos en construcción o mantenimiento. Requerimiento de los estándares de calidad de: ANSI/AME B31.3, API 1104 y procedimientos establecidos por PDVSA.

6. Instalación en sitio

Este proceso será aplicado en las obras de: montaje mecánico, tuberías y estructuras metálicas, siguiendo los pasos y lineamientos definidos en las especificaciones técnicas del cliente.

4.2. Evaluación de los indicadores de productividad y variables que la afectan, en el proceso de producción de spools de tubería

A partir de la tabla del DAP, se origina la siguiente tabla para la producción de los spool:

Tabla 5. *Producción de la planta de spool actual*

Tiempo de flujo	2,423.82	min
Tiempo de ciclo	302.98	min
Capacidad Producción planta	2.52	spool/ hora
Cantidad PD de spool	24.00	PD
Capacidad Producción planta (PD)	60.60	PD- hora
Producción/día	969.53	PD
Producción/mes	21,329.62	PD
factor de disponibilidad planta	0.84	
Producción realista planta	17916.87744	PD

La tabla anterior fue realizada con datos de la empresa, asimismo, se consideró dos turnos de cada 8 horas cada uno, y 22 días laborables al mes. Mientras que, el factor de disponibilidad de planta es el siguiente:

Jornada anual/ trabajador	2,112.00	HORAS
Rendimiento esperado	100%	
Horas muertas (HM)	168.96	
Mantenimiento de equipos y herramientas (MEH)	105.60	
Ausentismo (A)	63.36	
Total (HM+ MEH +A)	337.92	

$$Fdp = (jat - (hm + meh + a)) / (jat)$$

Fdp=	0.84
-------------	-------------

Tabla 6. *Proceso de producción de la planta de spool actual*

Proceso	Ritmo de producción (PD/ día)
Corte de material	1250
Armado	468
Soldadura	362

Fuente: Empresa de estudio

Según lo anterior, se evidencia que, en el área de soldadura, la producción es menor (362 PD), seguido del armado de 468 PD y del corte de material. Manifestándose que, allí es donde se encuentra el problema, en el proceso de soldadura, por lo que, se requiere mejorar allí con un proceso de focalización.

Entregas en la fecha o con anticipación

A continuación, se demuestra cuán efectiva (%) es la entrega de las órdenes, sean éstas en la fecha planteada o entregadas anticipadamente, entre los clientes y la empresa.

Tabla 7. *Efectividad actual de entregas*

	Unidad	2019	2020	Enero	Febrero
Total órdenes planeadas	Cantidad	436	98	65	33
Órdenes entregadas (día)	Cantidad	256	66	44	22
% cumplimiento en fecha cant.	Cantidad	59%	67%	68%	67%
Total órdenes planeadas	Soles	2,413,696.00	542,920.00	360,100.00	182,820.00
Órdenes entregadas (día)	Soles	850,329.60	237,666.00	158,444.00	79,222.00
% cumplimiento en fecha cant.	Soles	35%	44%	44%	43%

Se pudo afirmar de acuerdo de la empresa, que, el cumplimiento de las órdenes para el año 2019, fue del 59% mientras que para el año 2020 fue del 67%. Mientras que, hablando en valores monetarios, para el año 2019 fue del 35% y en el año 2020 fue del 44%.

Tabla 8. *Contraste de horas planificadas y ejecutadas*

	Unidad	2019	2020	Enero	Febrero
HH REALES/ HH PLANEADAS	%	84%	74%	75%	73%
HH PLANEADAS	HH	38,016.00	6,494.40	3168.00	3326.40
HH REALES	HH	31,933.44	4,778.19	2365.44	2412.75

Según la tabla anterior se evidencia que, el cumplimiento de las horas planteadas para el año 2019 ha sido del 84%, mientras que, el cumplimiento de los dos meses del año 2020, el cumplimiento fue del 74%.

4.3. Diseño de la propuesta de mejora en base al estudio de métodos para incrementar la productividad del proceso de producción de spools de tubería en la Empresa Servicios Metal Mecánica Hermanos Benites S.R.L.

4.3.1. Identificación del problema a resolver

Diagrama de ISHIWAKA

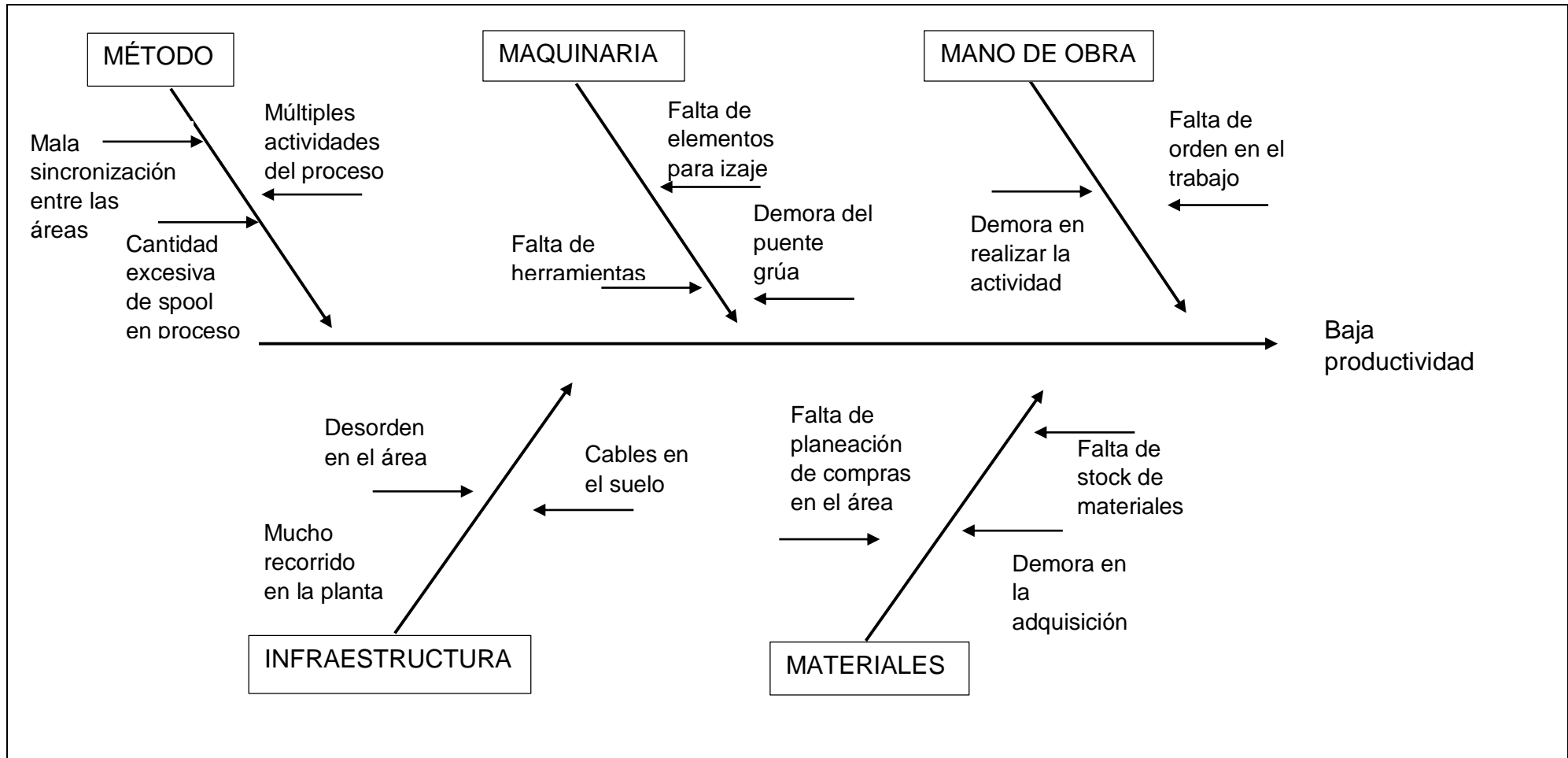


Figura 1. Diagrama de Ishikawa

Tabla 9. *Ponderaciones de las causas del problema*

Causas del problema	Genera sobre costos	Demora el proceso	Impacto negativo directo	Total	% participación
Cantidad excesiva de spool en proceso	4	5	4	80	12%
Falta de stock de materiales	4	4	5	80	12%
Mala sincronización entre las áreas	3	5	4	60	9%
Falta de herramientas	3	4	5	60	9%
Múltiples actividades del proceso	3	4	4	48	7%
Demora del puente grúa	3	4	4	48	7%
Mucho recorrido en la planta	3	4	4	48	7%
Demora en la adquisición	3	4	4	48	7%
Escasez de elementos para izaje	3	4	3	36	5%
Desorden en el trabajo	3	3	4	36	5%
Demora en realizar la actividad	4	3	3	36	5%
Cables en el suelo	3	3	4	36	5%
Desorden en el área	3	3	3	27	4%
Falta de planeación de compras en el área	2	3	4	24	4%
Total				667	100%

Diagrama de Pareto

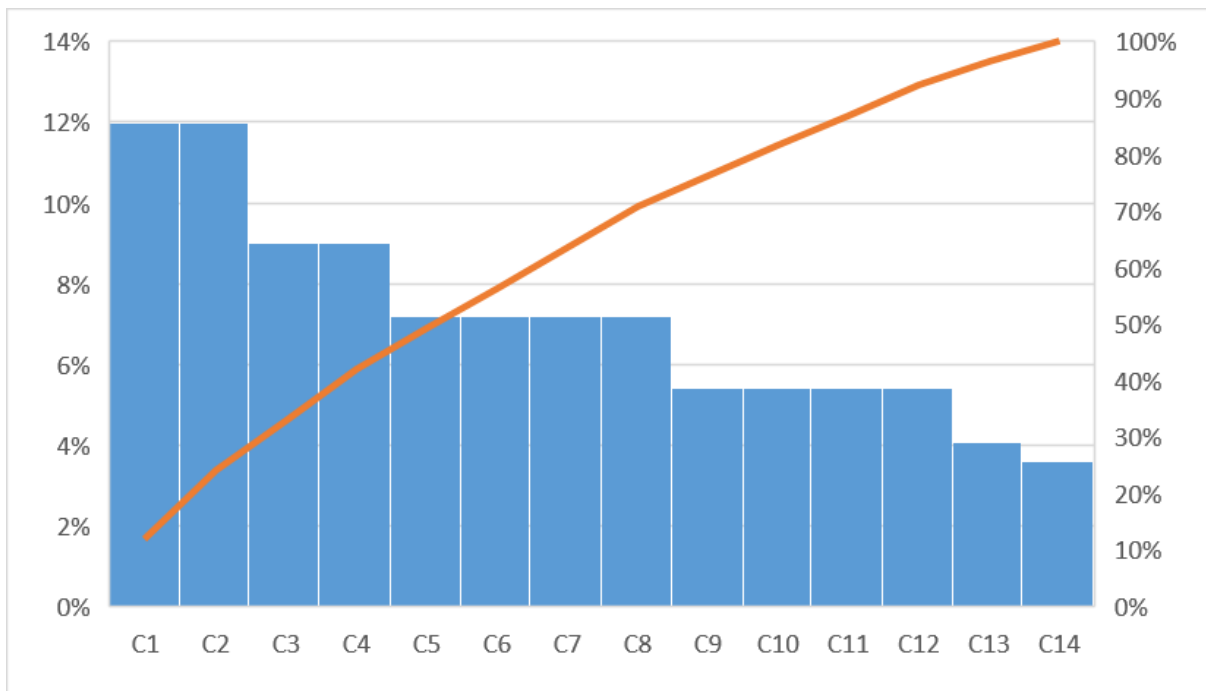


Figura 2. Diagrama de Pareto

LAYOUT

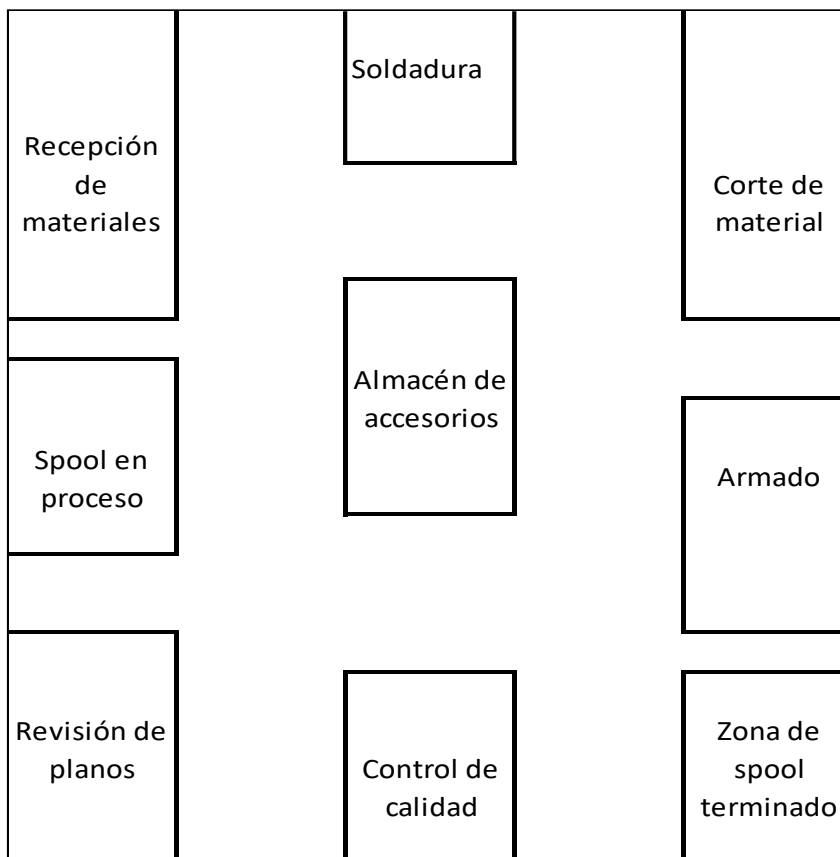


Figura 3. Layout de la empresa- zona de la producción de Spool

De acuerdo a la figura anterior se menciona que, las zonas que están presentes en la empresa, para poder elaborar los productos en este caso los spools, se denota desde la zona de revisión de los planos que reciben de los clientes y de su posterior conformidad, para luego recepcionar los materiales de la compra para la elaboración de spools, seguido del corte de material, para seguidamente realizarse el armado del producto, y de la soldadura, en todos los procesos se evidencia el control de calidad en el proceso.

4.3.2. Síntesis de los resultados obtenidos del problema de estudio

De lo anterior visto, se demuestra que, existen cuellos de botella en la producción de spool, sea esto evidenciado por la misma fatiga del trabajador como de la demora provocada por una mala sincronización entre las áreas. Asimismo, se deja ver la falta que hace el poder planificar la compra, porque luego se denota la escasez de los materiales así también se evidencia la falta de elementos de izaje que ayuden a mejorar el tiempo de transporte de los materiales de un área a otra, para que se continúe el proceso.

4.3.3. Establecimiento de los objetivos de la propuesta

- Desarrollar el diagrama de operaciones de la producción de spool.
- Determinar el tiempo normal y estándar de la producción de spool.
- Identificar mejoras en los métodos del proceso de producción de spool.
- Determinar el nivel de eficiencia.
- Identificar mejoras en los tiempos del proceso de producción de spool.

4.3.4. Establecimiento de la estrategia de solución y proyección de los resultados a obtener

Tabla 10. Diagrama de las actividades de los procesos (DAP)

Paso	Descripción	Operación	Inspección	Operación e inspección	Traslado	Espera	Almacena	Tiempo (hrs)
1	Se reciben los planos	●						0.30
2	Compra de material	●						0.15
3	Verificar material		●					0.20
4	Almacén de MP y consumibles						●	0.40
5	Planos de fabricación	●						3.00
6	Traslado de material a habilitado				●			0.25
7	Corte de tubos, planchas y perfiles	●						0.45
8	Espera de montacarga					●		0.08
9	Traslado de material a calderería				●			0.07
10	Limpieza de filos	●						0.62
11	Espera de montacarga					●		0.08
12	Traslado de calderería a taladrado				●			0.05
13	Taladrado	●						0.45
14	Espera de montacarga					●		0.08
15	Traslado de taladrado a dobladora				●			0.04
16	Plegado	●						1.00
17	Espera de montacarga					●		0.08
18	Traslado de dobladora a armado				●			0.07
19	Biselado y ranurado	●						2.30
20	Espera de puente grua					●		0.22
21	Traslado de biselados a armado				●			0.04
22	Armado	●						3.00
23	Control dimensional		●					0.23
24	Espera de puente grua					●		0.22
25	Traslado de armado a soldadura pase de raíz				●			0.04

26	Soldadura pase raíz (96 PD)	●						1.82
27	Pruebas de líquido penetrante		●					0.48
28	Espera de puente grúa					●		0.22
29	Traslado de pase de raíz a soldadura de relleno				●			0.04
30	Soldadura relleno y acabado (96 PD)	●						1.82
31	Soldadura de Spool y soporte	●						0.65
32	Limpieza de soldadura	●						1.45
33	Prueba de rayos X		●					1.25
34	Espera de vehículo grúa					●		0.10
35	Traslado de material a granallado				●			0.07
36	Granallado	●						0.54
37	Espera de vehículo grúa					●		0.10
38	Traslado de granallado a pintura				●			0.03
39	Aplicación de pintura base	●						0.36
40	Esperar secado de pintura base					●		6.00
41	Aplicación de pintura de acabado	●						0.56
42	Esperar secado de pintura acabado					●		6.00
43	Inspección de espesor de pintura		●					0.12
44	Embalaje	●						0.25
45	Espera de vehículo grúa					●		0.10
46	Traslado a almacén de PT				●			0.03
47	Almacenamiento						●	0.02
48	Instalación en sitio	●						5.00
Total:								40.397

El tiempo resultante de la tabla es el tiempo normal. Para hacer el cálculo de los suplementos que afectan a la productividad, determinamos a los siguientes:

- Se considera asignarle un 4% por el cansancio provocado por el cansancio.
- Un 4.2% por las pausas que realizan los operarios, por un total de 40 minutos, debido a la entrada, salida de los operarios y receso.

- Un 2% por el ruido de las máquinas y la vibración, asimismo un 1% por el calor que se emite en la empresa.
- Por las actividades de coser, soldar y armar, se asigna un valor de 3%.
- Todo ello suma 14.2%.

$$K = TN \times K\%$$

$$K = 2,423.82 \times 14,2\%$$

$$K = 344.18 \text{ minutos}$$

Tiempo estándar (TS):

$$TS = TN + K =$$

$$TS = 2423.82 + 344.18$$

$$TS = 2768 \text{ minutos}$$

Tabla 11. *Revisión de planos actual*

Operaciones	TN (HR)	TN (MIN)	k%	TS
Recepción de los planos	0.30	18.00	2.56	20.56
Planos de fabricación	3.00	180.00	25.56	205.56
		198.00		226.12

En la tabla se muestra que el tiempo normal en minutos es de 198 en la revisión de planos, pero al aumentar los suplementos ya sea por la postura del trabajador, la fatiga u otros, el tiempo total es de 226.12, ese es el tiempo estándar.

Tabla 12. *Recepción de materiales actual*

Operaciones	TN (HR)	TN (MIN)	k%	TS
Compra de materiales	0.15	9.00	1.28	10.28
Almacenaje de MP y consumibles	0.40	24.00	3.41	27.41
		33.00		37.69

En la tabla anterior se demuestra que el tiempo normal en minutos es de 33 en la recepción de materiales, pero al aumentarle los suplementos ya sea por la postura del trabajador, la fatiga u otros, el tiempo en total es de 37.69, ese es el tiempo estándar.

Tabla 13. Corte actual

Operaciones	TN (HR)	TN (MIN)	k%	TS
Corte de tubos, planchas y perfiles	0.45	27.00	3.83	30.83
Limpieza de fillos	0.62	37.20	5.28	42.48
Taladrado	0.45	27.00	3.83	30.83
Plegado	1.00	60.00	8.52	68.52
Biselado y ranurado	2.30	138.00	19.60	157.60
		289.20		330.27

En la tabla anterior se demuestra que el tiempo normal en minutos es de 289.2 en el corte, pero al aumentarle los suplementos ya sea por la postura del trabajador, la fatiga u otros, el tiempo en total es de 330.27, ese es el tiempo estándar.

Tabla 14. Armado actual

Operaciones	TN (HR)	TN (MIN)	k%	TS
Armado	3.00	180.00	25.56	205.56
Granallado	0.54	32.40	4.60	37.00
Aplicación de pintura base	0.36	21.60	3.07	24.67
Aplicación de pintura de acabado	0.56	33.60	4.77	38.37
Almacenamiento	0.02	0.90	0.13	1.03
		268.50		306.63

En la tabla anterior se demuestra que el tiempo normal en minutos es de 268.5 en el armado, pero al aumentarle los suplementos ya sea por la postura del trabajador, la fatiga u otros, el tiempo en total es de 306.63, ese es el tiempo estándar.

Tabla 15. Soldadura actual

Operaciones	TN (HR)	TN (MIN)	k%	TS
Soldadura pase raíz (96 PD)	1.82	108.90	15.46	124.36
Soldadura relleno y acabado (96 PD)	1.82	108.90	15.46	124.36
Soldadura de Spool y soporte	0.65	39.00	5.54	44.54
Limpieza de soldadura	1.45	87.00	12.35	99.35
		343.80		392.62

El tiempo normal en minutos es de 343.80 en la soldadura, pero al aumentarle los suplementos ya sea por la postura del trabajador, la fatiga u otros, el tiempo en total es de 392.62, ese es el tiempo estándar.

Tabla 16. Instalación actual

Operaciones	TN (HR)	TN (MIN)	k%	TS
Instalación en sitio	5.00	300.00	42.60	342.60
		300.00		342.60

En la tabla se muestra que el tiempo normal en minutos es 300 en la instalación, pero al aumentarle los suplementos ya sea por la postura del trabajador, la fatiga u otros, el tiempo en total es de 342.6, ese es el tiempo estándar.

Tabla 17. Control de calidad actual

Operaciones	TN (HR)	TN (MIN)	k%	TS
Verificación de materiales	0.20	12.00	1.70	13.70
Control dimensional	0.23	13.92	1.98	15.90
Pruebas de líquido penetrante	0.48	28.80	4.09	32.89
Prueba de rayos X	1.25	75.00	10.65	85.65
Inspección de espesor de pintura	0.12	7.20	1.02	8.22
Embalaje	0.25	15.00	2.13	17.13
		151.92		173.49

En la tabla se muestra que el tiempo normal en minutos es de 151.92 en el control de calidad, pero al aumentarle los suplementos ya sea por la postura del trabajador, la fatiga u otros, el tiempo en total es de 173.49 (tiempo estándar).

TS: 1,809.41

Pérdida: 614.41

Al sumarse todos los procesos, se obtuvo un tiempo estándar de 1,809.41 minutos, fuera del tiempo perdido por las demoras provocadas en los procesos debido a la falta de equipos de izaje o de maquinaria necesaria.

Tabla 18. Inactividad actual

	TS (MIN)	T. por traslado (hr)	T INACTIVO	T PAGADO (min)
Revisión de planos	226.12	-	1.92	228.04
Recepción de materiales	37.69	15.00	1.92	54.61
Corte	330.27	48.06	5.76	384.09
Armado	306.63	743.28	7.68	1,057.59
Soldadura	392.62	25.68	9.60	427.90
Instalación	342.60	-	7.68	350.28
Control de calidad	173.49	7.38	3.84	184.71
				2,687.21

De acuerdo a la tabla se manifiesta que, el tiempo pagado es de 2687.21 minutos, dejándose ver que, se considera el tiempo por los retrasos ocasionados por la falta de coordinación con los montacargas, así como el tiempo inactivo.

4.3.5. Capacidad actual de la línea

$$Eficiencia\ de\ la\ línea\ (E) = \frac{\sum TS}{\sum TP} \times 100$$

$$Eficiencia = \frac{1,809.41}{2,687.21} = 67\%$$

La eficiencia actual es del 67% en cuanto a la medición de los tiempos, tanto el normal como el estándar. No se está aprovechando todo el tiempo en el trabajo lo cual influye en la producción diaria de los spools.

4.3.6. Mejora propuesta.

Tabla 19. DAP- propuesto

Pasos	Descripción	Operación	Inspección	Operación e inspección	Traslado	Espera	Almacena	Tiempo (hrs)	Método mejorado
1	Se reciben los planos	●						0.400	Se debe recepcionar planos y a la vez determinar los materiales que se necesitarán.
2	Compra de material	●						0.100	Se debe planificar la compra en la quincena del mes. Se debe realizar un inventario cada fin de mes para no tener luego problemas con compras innecesarias o faltantes.
3	Verificar material		●					0.050	
4	Almacén de MP y consumibles						●	0.450	Cuando se almacenan los materiales se procede también a verificarlos
5	Planos de fabricación	●						3.000	
6	Traslado de material a habilitado				●			0.030	Con una montacarga
7	Corte de tubos, planchas y perfiles	●						0.450	
8	Espera de montacarga					●		0.030	Avisar a la montacarga cuando falte el 20% de la carga
9	Traslado de material a calderería				●			0.030	Con una montacarga
10	Limpieza de fillos	●						0.620	
11	Espera de montacarga					●		0.030	Avisar a la montacarga cuando falte el 20% de la carga
12	Traslado de calderería a taladrado				●			0.030	Con una montacarga
13	Taladrado	●						0.450	
14	Espera de montacarga					●		0.030	Avisar a la montacarga cuando falte el 20% de la carga
15	Traslado de taladrado a				●			0.030	Con una montacarga

17	Espera de montacarga							0.030	Avisar a la montacarga cuando falte el 20% de la carga
18	Traslado de dobladora a armado							0.030	Con una montacarga
19	Biselado y ranurado							2.300	
20	Espera de puente grua							0.050	Avisar cuando falte el 20% de la carga
21	Traslado de biselados a armado							0.025	En pluma
22	Armado							3.000	
23	Control dimensional							0.232	
24	Espera de puente grua							0.050	Avisar cuando falte el 20% de la carga
25	Traslado de armado a soldadura pase de raíz							0.025	En pluma
26	Soldadura pase raiz (96 PD)							1.815	
27	Pruebas de líquido penetrante							0.480	
28	Espera de puente grua							0.050	
29	Traslado de pase de raíz a soldadura de relleno							0.025	En pluma
30	Soldadura relleno y acabado (96 PD)							1.815	
31	Soldadura de Spool y soporte							0.650	
32	Limpieza de soldadura							1.450	
33	Prueba de rayos X							1.250	
34	Espera de vehículo grúa							0.070	Avisar cuando falte el 20% de la carga
35	Traslado de materiales a granallado							0.022	Con grúa
36	Granallado							0.540	
37	Espera de vehículo							0.070	Avisar cuando falte el 20%

38	Traslado de granallado a pintura				●			0.022	Con grúa
39	Aplicación de pintura base	●						0.400	Inspeccionar en ese mismo momento
40	Demora de secado pintura base					●		6.000	
41	Aplicación de pintura de acabado	●						0.600	Inspeccionar en ese mismo momento
42	Demora de secado pintura acabado					●		6.000	
43	Inspección de espesor de pintura		●					0.050	
44	Embalaje	●						0.250	
45	Espera de vehículo grúa					●		0.070	Avisar cuando falte el 20% de la carga
46	Traslado a almacén de PT				●			0.022	Con grúa
47	Almacenamiento						●	0.015	
48	Instalación en sitio	●						5.000	
								39.138	

El tiempo resultante de la tabla anterior es el tiempo normal, para poder hacer el cálculo de los suplementos que afectan a la productividad, determinamos a los siguientes:

- Se considera asignarle un 4% por el cansancio provocado por el cansancio.
- Un 4.2% por las pausas que realizan los operarios, por un total de 40 minutos, debido a la entrada, salida de los operarios y receso.
- Un 2% por el ruido de las máquinas y la vibración, asimismo un 1% por el calor que se emite en la empresa.
- Por las actividades de coser, soldar y armar, se asigna un valor de 3%.
- Todo ello suma 14.2%.

$$K = TN \times K\%$$

$$K = 2,348.28 \times 14,2\%$$

$$K = 333.46 \text{ minutos}$$

Tiempo estándar (TS):

$$TS = TN + K =$$

$$TS = 2348.28 + 333.46$$

$$TS = 2,681.74 \text{ minutos}$$

Tabla 20. *Producción de planta spool proyectada*

Tiempo de flujo	2,348.28
Tiempo de ciclo	293.54
Capacidad Producción planta	2.45
Cantidad PD de spool	24.00
Capacidad Producción planta (PD)	58.71
Producción/día	939.31
Producción/mes	20,664.86
factor de disponibilidad planta	0.95
Producción realista planta	19,699.81

La tabla anterior fue realizada con datos de la empresa, asimismo, se consideró dos turnos de cada 8 horas cada uno, y 22 días laborables al mes. Mientras que, el factor de disponibilidad de planta es el siguiente:

Jornada anual/ trabajador	2,112.00
Rendimiento esperado	100%
Horas muertas (HM)	130.94
Mantenimiento de equipos y herramientas (MEH)	84.48
Ausentismo (A)	1.06

Total (HM+ MEH +A)	98.63
---------------------------	--------------

$$Fdp = (jat - (hm + meh + a)) / (jat)$$

$$Fdp = 0.95$$

La tabla anterior demostró que, el factor de disponibilidad de planta es de 0.95, por lo cual la productividad real es de 19,699.81 spools al mes.

MEJORA EN TIEMPOS

Tabla 21. *Revisión de planos- mejorado*

Operaciones	TN (HR)	TN (MIN)	k%	TS
Recepción de los planos	0.40	24.00	3.41	27.41
Planos de fabricación	3.00	180.00	25.56	205.56
		204.00		232.97

En la tabla anterior se demuestra que el tiempo normal en minutos es de 204 en la revisión de planos, pero al aumentarle los suplementos ya sea por la postura del trabajador, la fatiga u otros, el tiempo en total es de 232.97, ese es el tiempo estándar.

Tabla 22. *Recepción de materiales- mejorado*

Operaciones	TN (HR)	TN (MIN)	k%	TS
Compra de materiales	0.10	6.00	0.85	6.85
Almacenaje de MP y consumibles	0.45	27.00	3.83	30.83
		33.00		37.69

En la tabla anterior se demuestra que el tiempo normal en minutos es de 33 en la recepción de los planos, pero al aumentarle los suplementos ya sea por la postura del trabajador, la fatiga u otros, el tiempo en total es de 37.69, ese es el tiempo estándar.

Tabla 23. *Corte- mejorado*

Operaciones	TN (HR)	TN (MIN)	k%	TS
Corte de tubos, planchas y perfiles	0.45	27.00	3.83	30.83

Limpieza de fillos	0.62	37.20	5.28	42.48
Taladrado	0.45	27.00	3.83	30.83
Plegado	1.00	60.00	8.52	68.52
Biselado y ranurado	2.30	138.00	19.60	157.60
		289.20		330.27

En la tabla anterior se demuestra que el tiempo normal en minutos es de 289.20 en el corte, pero al aumentarle los suplementos ya sea por la postura del trabajador, la fatiga u otros, el tiempo en total es de 330.27, ese es el tiempo estándar.

Tabla 24. Armado- mejorado

Operaciones	TN (HR)	TN (MIN)	k%	TS
Armado	3.00	180.00	25.56	205.56
Granallado	0.54	32.40	4.60	37.00
Aplicación de pintura base	0.40	24.00	3.41	27.41
Aplicación de pintura de acabado	0.60	36.00	5.11	41.11
Almacenamiento	0.02	0.90	0.13	1.03
		273.30		312.11

En la tabla anterior se demuestra que el tiempo normal en minutos es de 273.3 en el armado, pero al aumentarle los suplementos ya sea por la postura del trabajador, la fatiga u otros, el tiempo en total es de 312.11, ese es el tiempo estándar.

Tabla 25. Soldadura- mejorada

Operaciones	TN (HR)	TN (MIN)	k%	TS
Soldadura pase raíz (96 PD)	1.82	108.90	15.46	124.36
Soldadura relleno y acabado (96 PD)	1.82	108.90	15.46	124.36
Soldadura de Spool y soporte	0.65	39.00	5.54	44.54
Limpieza de soldadura	1.45	87.00	12.35	99.35
		343.80		392.62

En la tabla anterior se demuestra que el tiempo normal en minutos es de 343.8 en la soldadura, pero al aumentarle los suplementos ya sea por la postura del trabajador, la fatiga u otros, el tiempo en total es de 392.62, ese es el tiempo estándar.

Tabla 26. Instalación- mejorada

Operaciones	TN (HR)	TN (MIN)	k%	TS
Instalación en sitio	5.00	300.00	42.60	342.60
		300.00		342.60

En la tabla anterior se demuestra que el tiempo normal en minutos es de 300 en la instalación, pero al aumentarle los suplementos ya sea por la postura del trabajador, la fatiga u otros, el tiempo en total es de 342.6, ese es el tiempo estándar.

Tabla 27. Control de calidad- mejorada

Operaciones	TN (HR)	TN (MIN)	k%	TS
Verificación de materiales	0.05	3.00	0.43	3.43
Control dimensional	0.23	13.92	1.98	15.90
Pruebas de líquido penetrante	0.48	28.80	4.09	32.89
Prueba de rayos X	1.25	75.00	10.65	85.65
Inspección de espesor de pintura	0.05	3.00	0.43	3.43
Embalaje	0.25	15.00	2.13	17.13
		138.72		158.42

En la tabla anterior se demuestra que el tiempo normal en minutos es de 138.72 en el control de calidad, pero al aumentarle los suplementos ya sea por la postura del trabajador, la fatiga u otros, el tiempo en total es de 158.42, ese es el tiempo estándar.

Total: 1,806.67 MINUTOS

Pérdida: 541.61

Tabla 28. Inactividad mejorada

TS (MIN)	T. por traslado (hr)	T INACTIVO	T PAGADO (min)
----------	----------------------	------------	----------------

Revisión de planos	232.97	-	0.15	233.12
Recepción de materiales	37.69	1.80	0.00	39.49
Corte	330.27	18.90	0.01	349.17
Armado	312.11	730.02	0.01	1,042.14
Soldadura	392.62	10.02	0.01	402.65
Instalación	342.60	-	0.01	342.61
Control de calidad	158.42	5.52	0.00	163.94
				2,573.12

De acuerdo a la tabla anterior, se manifiesta que, el tiempo pagado es de 2,573.12 minutos, dejándose ver que, se considera el tiempo por los retrasos ocasionados en menor escala, que el anterior método trabajado.

$$Eficiencia\ de\ la\ línea\ (E) = \frac{\sum TS}{\sum TP} \times 100$$

$$Eficiencia = \frac{1,806.67}{2,573.12}$$

Eficiencia: 70%

Al sumarse todos los procesos, se obtuvo un tiempo estándar de 1,806.67 minutos, fuera del tiempo perdido por las demoras provocadas en los procesos debido a la falta de equipos de izaje o de maquinaria necesaria, pero se manifiesta un aumento de la eficiencia de 3%, respecto al anterior método.

4.4. Costo-beneficio de emplear el estudio de métodos como propuesta para el incremento de la productividad.

Tabla 29. *Flujo de caja*

FLUJO DE CAJA	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS:						
Beneficios	0.00	279551. 80	419327. 70	628991. 55	943487. 33	1415230. 99
TOTAL INGRESOS	0.00	279551. 80	419327. 70	628991. 55	943487. 33	1415230. 99
(-) GASTOS DE INVERSIÓN						
EGRESOS						
Costo de venta		111820. 72	167731. 08	251596. 62	377394. 93	566092.4 0
Soportes para tubería	12200.0 0					
Plumas de 2TN	169050. 00					
Puentes grúas	202900. 00					
Costo por materiales adicionales		28183.3 0	33819.9 6	50729.9 4	76094.9 1	114142.3 6
TOTAL EGRESOS	384150. 00	140004. 02	201551. 04	302326. 56	453489. 84	680234.7 6
(=) FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	- 384150. 00	139547. 78	217776. 66	326664. 99	489997. 49	734996.2 3

En la tabla anterior se evidencia el aumento de los beneficios por las unidades adicionales, en un 5%, el costo de ventas es del 40% de los beneficios obtenidos.

Tabla 30. Indicadores de viabilidad y rentabilidad

INDICADORES:	RESULTADOS	
Flujos actualizados:	1911908.64	
(-) Inversión:	-384150.00	
(=) Valor Actual Neto (VANE):	1527758.64	
TIRE =	62%	
VANE de ingresos:	1911908.64	
VANE de egresos	923661.49	+ 384150.00
B/C =	1911908.64	= 1.46
	1307811.49	

De acuerdo a la tabla anterior, se manifiesta que, el costo beneficio que trae esta propuesta es de 1.46, es decir que se obtienen más beneficios que costos, comprándose 100 soportes de tuberías al año, 5 plumas de 2 toneladas y 2 puentes grúas para realizar el análisis a 5 años.

Tabla 31. Beneficios y costos

	100.00%	80.00%	60.00%	40.0%	100.00%	80.00%	100.00%	80.00%	60.00%	100.00%	80.00%	60.00%
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Incremento de Tasa de Producción (Unid)	55.97	44.77	35.82	28.65	44.77	35.82	44.77	35.82	28.65	44.77	35.82	28.65
Valor venta spool (S/) promedio unitario	5540.00	5540.00	5540.00	5540.0	5540.00	5540.00	5540.00	5540.00	5540.00	5540.00	5540.00	5540.00
Valor de venta adicional por la Propuesta 1 y 2	30853.4	24682.7	19746.1	15796.	24682.7	19746.1	24682.7	19746.1	15796.9	24682.7	19746.1	15796.9
Beneficio por reducción de combustible por km	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966
Costos de materiales por spool	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610
costos materiales adicionales	3397.22	2717.77	2174.22	1739.3	2717.77	2174.22	2717.77	2174.22	1739.37	2717.77	2174.22	1739.37

De acuerdo a la tabla anterior, se manifiesta que, el incremento de las unidades de producción en:

PRODUCCIÓN REAL MES	17,916.88	814.40	50.90
PRODUCCIÓN PROPUESTA	19,699.81	895.45	55.97
			5.07: 110%
	1,782.94		9.95%

Manifestándose el aumento del 9.95% de la productividad.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo al objetivo general, se enuncia que, la propuesta del estudio en el proceso productivo de spools de tubería, permite el incremento de la productividad en la Empresa Servicios Metal Mecánica Hermanos Benites S.R.L., aumenta la productividad en un 9.95%. Esto acorde con Collado (2018), quien al aplicar un método similar usando la 5S's obtuvo una mejora de 4.89% en los tiempos de entrega, lo cual coadyuvaba que el asistente del almacén enfocara su operatividad en el cliente interno al evitar de esta manera reproceso y reduciendo la rutina que los trabajos de orden y limpieza implican.

El actual proceso de producción de spools de tubería en la empresa, demuestra que, si existen falencias, tal es el caso de los materiales, las demoras de los montacargas para trasladar los materiales de un proceso a otro, lo cual dificulta que la producción aumente. Asimismo, se deja ver la falta de los izajes y del tiempo de espera que suele ser mucho, esto por una descoordinación de las áreas. Conforme a Cruz (2017), quien manifestó que, existían problemas con los desperdicios generados en el área de producción.

Los indicadores de productividad y variables que la afectan, en el proceso de producción de spools de tubería, manifestaron que la eficiencia actual en los tiempos del proceso es del 67%, asimismo, se dejó ver que existen retrasos en el cumplimiento de las órdenes del año 2019 y de los dos primeros meses del año 2020, asimismo se obtuvo que hay un tiempo de inactividad de parte del personal, equivalente al 14%, a esto se le suma los ausentismos que del total de las horas trabajadas representa el 3%, que juntamente con las demoras por la espera de los montacargas y la falta de equipo de izaje, la productividad que se logra no es la más óptima, de una capacidad real de 21,329.62 spool al mes, solo se llega a producir 17,916.88 unidades. Acorde con lo encontrado por Martínez (2019), quien manifestó que, las actividades que originan una baja productividad son: 1) falta de estandarización de los procesos de producción, 2) carencia de indicadores de productividad y 3) calidad de los productos, para luego proponer alternativas de mejoramiento y evaluar los beneficios de su implementación.

Al diseñar la propuesta de mejora en base al estudio de métodos para incrementar la productividad del proceso de producción de spools de tubería en la Empresa Servicios Metal Mecánica Hermanos Benites S.R.L., se obtuvo una mejora del 70% en la eficiencia de los tiempos, asimismo se manifestó que de una capacidad de producción al mes de 20,664.86 spool, la real es de 19,699.81 unidades, lo cual manifiesta que, hay un mejor uso de los materiales,

personal y equipos. Esto acorde con lo encontrado por Cruz (2017), quien manifestó que, con la metodología 5S's se logró calcular la cantidad óptima empleada para la fabricación del calzado la cual implica reducción de costes de producción, ya que se utilizaran los materiales en cantidades adecuadas y necesarias sin generar desperdicios de manera irresponsable en las diferentes áreas de la empresa. Asimismo, la propuesta realizada por Córdova (2017), logró determinar un tiempo estándar de 10.42 horas por docena de calzado mocasín para hombre y una nueva productividad de 44 docenas al mes, además se eliminaron tiempo muertos en la estación de armado de 5 horas a 4.24 horas haciendo inexistente los cuellos de botella que se formaban en dicha área antes del estudio.

Asimismo, Zapata (2016), encontró que, a través de la implementación del nuevo método de trabajo que utiliza el estudio de métodos, se ha logrado reducir el tiempo muerto o improductivo en un 66.15 % con respecto al método anterior, con respecto a la reducción de desperdicios se ha logrado disminuir en un 69.41%, por ende, se puede indicar que se ha cumplido con los objetivos trazados en la investigación mejorando la productividad en un 25.86%. Mientras que Montesdeoca (2015), encontró que el estudio de tiempos y movimientos bajó en un 0,333 S / unidad del tiempo estándar del proceso logrando incrementar en 1,6% el rendimiento. El análisis económico indicó resultados de 0,26 \$/unidad y 695,5 (\$/mes) lo que eleva la utilidad a 3360.

De acuerdo al costo-beneficio de emplear el estudio de métodos como propuesta de mejora para incrementar la productividad, se encontró que este es de 1.46, lo cual manifiesta que, trae beneficios a la empresa, con una rentabilidad del 62%, comprándose 5 plumas de 2 Toneladas y 2 puentes grúas, para una mejor mayor rapidez de las actividades. Este resultado rentable, también se encontró en Martínez (2019), en la cual la rentabilidad de su propuesta fue de del 21% superior a la tasa de oportunidad del proyecto alternativo equivalente al 10%. La relación beneficio/costo fue de 1.70 pesos. Asimismo, Chang (2016), obtuvo un incremento significativo de la capacidad de planta utilizada a 47% del total, por lo que el volumen producido después de la propuesta permitiría satisfacer la producción demandada que actualmente no ha podido atender. El análisis económico indicó la rentabilidad de la propuesta con una TIR del 22% versus la tasa de referencia del 12%.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo al objetivo general, se manifiesta que, la productividad de los spools aumenta en un 9.95% con el nuevo método, en el cual se describe que se use las plumas para transporte para reducir los tiempos, asimismo que, se avise antes de un 20% de terminada la actividad para que luego no se fomente la descoordinación y demoras.

De acuerdo al primer objetivo específico, el proceso de producción de los spool consta de la revisión de planos, de la recepción de la mercadería, del corte, del armado, soldadura y de la instalación en sitio, sin embargo, dentro de los procesos, existe un control de calidad en cada uno de ellos, para lograr productos de calidad.

En cuanto al segundo objetivo específico, respecto a las falencias encontradas las más preponderantes fueron la cantidad excesiva de spool en procesos, la falta de stock de materiales, originados también por la mal sincronización entre las áreas, y las demoras de los equipos de izaje, que se cuenta con solo uno, además los montacargas no llegan a tiempo, ocasionando tiempo muerto.

Asimismo, en cuanto al tercer objetivo específico, la propuesta de métodos para aumentar la productividad de los spools, originó que, se reduzcan los tiempos y se aumente la producción real, asimismo, que al contar con más equipos de izaje, tales como las plumas, permite mejorar la productividad.

Y finalmente para el cuarto objetivo específico, en cuanto al costo-beneficio de emplear el estudio de métodos como propuesta de mejora para incrementar la productividad, se encontró que este es de 1.46, lo cual manifiesta que, trae beneficios a la empresa, con una rentabilidad del 62%.

VII. RECOMENDACIONES

Analizar otro método que pueda mejorar aún más la productividad, sea esta una metodología 5S's como el ciclo Deming para el tema de los desperdicios y residuos en el área de producción.

Capacitar a los trabajadores en las actividades de cada uno de los procesos que se presentan, para que estos puedan saber que actividades les competen, y en cuanto tiempo realizarla.

Realizar un análisis de distancias entre las áreas para determinar una mejor distribución de la planta que aumentará la productividad, cada mes, se debe de evaluar los indicadores de eficiencia para dar un seguimiento del grado de avance.

Implementar la propuesta de métodos que se ha realizado en esta investigación para la empresa, de tal forma que, se mejore la situación actual de la productividad y el cumplimiento de las ordenes.

Realizar un análisis de sensibilidad frente a la implementación de otros materiales y otro horizonte de tiempo, de tal forma, que se pueda ver los cambios que ello produce.

REFERENCIAS

ABBAS, M., ABBAS, A. y KHAN, W. Scheduling Job Shop - A Case Study, doi: 10.1088/1757-899X/146/1/012052, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2016, 146(1).

AHUMADA, Eduardo y PERUSQUIA, Juan. Inteligencia de negocios: estrategia para el desarrollo de competitividad en empresas de base tecnológica. Contad. Adm [online]. 2016, vol.61, n.1 [citado 2020-07-17], pp.127-158. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422016000100127&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0186-1042. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cya.2015.09.006>.

ANDRADE, Adrián; DEL RIO, César y ALVEAR, Daissy. Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. Inf. tecnol. [online]. 2019, vol.30, n.3 [citado 2020-07-17], pp.83-94. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000300083&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-0764. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083>.

ANI, M. y HAMID, S. Analysis and Reduction of the Waste in the Work Process Using Time Study Analysis: A Case Study, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.660, Applied Mechanics and Materials, 2014, 660, 971-975.

ARAÚJO, P., & SARAIVA, J. Time and motion study applied to a production line of organic lenses in Manaus Industrial Hub. Gest. Prod., 2018. 25(4), 901-915. Obtenido de https://www.scielo.br/pdf/gp/v25n4/en_0104-530x-gp-0104-530x2881-18.pdf

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación, serie integral por competencias. Primera edición. México: Grupo Editorial Patria. 2014. ISBN 978-607-744-003-1

OCDE. Perspectivas económicas de América Latina 2018. 2018, Éditions OCDE, París, 271 pp. ISSN 2072-5191

BAHALE, A., DESHMUKH S. Improving Material Handling Efficiency in a Ginning Machine Manufacturing Company”, International Journal of Innovate Research in Science, Engineering and Technology, 2014, Vol.-3 No.3, pp.-2319-8753

BRISOT, M. Pipe Spool Pre-Fabrication to Achieve Higher Productivity. Austin: University of Texas at Austin. 2018. Obtenido de <https://repositories.lib.utexas.edu/bitstream/handle/2152/74445/SILVA-THESIS-2018.pdf?sequence=1>

CASCIO, Wayne & MONTEALEGRE, Ramiro. How Technology Is Changing Work and Organizations. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*. 2016, 3. 349-375.

CÉSPEDES, Nikita, LAVADO, Pablo, RAMÍREZ, Nelson. Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias. Primera Edición. Lima: Universidad del Pacífico. 2016. 322 pp. ISBN 978-9972-57-356-9

CHANG, A. Propuesta de mejora del proceso productivo para incrementar la productividad en una empresa dedicada a la fabricación de sandalias de baño. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo, 2016.

CHILQUINGA, Manuel; VALLEJOS, Henry. Costos. Modalidad Órdenes de Producción. Editorial UTN, 2017. 224 pp.

COLLADO, María, RIVERA, Juan. Mejora de la productividad mediante la aplicación de herramientas de Ingeniería de Métodos en un taller mecánico automotriz. Tesis (Ingeniero Industrial y Comercial). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola. 2018. 137 pp.

CONTRERAS, M., FREITAS, R., RIBEIRO, L., y CLARK, C. Multi-Camera Surveillance Systems for Time and Motion Studies of Timber Harvesting Equipment, doi: 10.1016/j.compag.2017.02.005, *Computers and Electronics in Agriculture*, 2017, 135, 208-215.

CÓRDOVA, Enrique, ZAVALETA, Beatriz. Diseño de un sistema de producción de calzado tipo mocasín de cuero para hombre para mejorar la productividad en la empresa El Dorado. Tesis (Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. 2017. 93 pp.

CRUZ, Leydi, MENDOZA, Claudia. Implementación de las herramientas Lean Manufacturing para la reducción de desperdicios en la línea de fabricación de calzado en la empresa D'Yomis. Tesis (Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. 2017. 142 pp.

DURAN C., CENTINDERE A. “Productivity Improvement by Work and Time Study Technique for Earth-Energy Glass Manufacture Company”, *Procedia Economics and Finance*, 4 World Conference on Business Economics and Management, 2015, pp.-109-113.

FUCCI, Tomás. Haciendo más eficientes los procesos productivos. Los indicadores de eficiencia de los procesos hacia la competitividad y el futuro. *Revista del Departamento de Ciencias Sociales*, 2016, Vol. 3 Nro. 3:74-107

GALINDO, Mariana y VIRIDIANA, Ríos. “Productividad” en Serie de Estudios Económicos, 2015, Vol. 1. México DF: México ¿cómo vamos?

GARCÍA, J., CÁRCEL, J. y MENDOZA, J. Importancia del mantenimiento, aplicación a una industria textil y su evolución en eficiencia. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*. 2019, 8(2), pp.

50-67. doi: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n2e30.50-67>

GHONGADI, T., BABU, S., & Kulkarni, M. A Case Study on Operator Workload Balancing for Assembly Stations. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 2015, 4(11), 369–375

HAM, W. y PARK, S. A framework for the Continuous Performance Improvement of Manned Assembly Lines, doi: 10.1080/00207543.2014.911420, *International Journal of Production Research*, 2014, 52(18), 5432-5450

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la investigación*. Sexta edición. México: McGraw Hill, 2014. 600 pp. ISBN 978-1-4562-2396-0

KHATUN, M. Effect of time and motion study on productivity in garment sector. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 2014, 5, 825-33.

KOVÁCS, G. Methods for efficiency improvement of production and logistic processes. *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology*, 2018, (26), 55-61. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/328337220_Methods_for_Efficiency_Improvement_of_Production_and_Logistic_Processes/citation/download

KULKARNI, P. P., KSHIRE, S.S. and CHANDRATRE, K.V. Productivity Improvement through Lean Deployment & Work Study Methods. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 2014, 3(2), 429-434.

LUCA, L. A New Model of Ishikawa Diagram for Quality Assessment, doi: 10.1088/1757-899X/161/1/012099, 20th Innovative Manufacturing Engineering and Energy Conference, IOP Publishing Ltd, Kallithea, Grecia, 2016.

MARTAND T. *Industrial Engineering and Production Management*, S Chand, New Delhi, 2014, 110055.

MARTÍNEZ, J. Propuesta de mejoramiento del proceso de producción en una empresa productora de alimentos a partir de pollo procesado para incrementar la productividad. Pontificia Universidad Javeriana, Santiago De Cali, 2019.

MEHMET A., BETUL, E. Determination of Standard Times for Process Improvement: A Case Study,” *Global Journal of Business, Economics and Management*, 2017.

MONTESDEOCA, Edison. Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en la empresa productos del día dedicada a la fabricación de balanceado agrícola Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte, Ecuador, 2015.

NAKAMURA, K., KAIHATSU, S., & YAGI, T. Productivity Improvement and Economic Growth. *Bank of Japan Working Paper Series*, 2018, (18), 1-46. Obtenido de https://www.boj.or.jp/en/research/wps_rev/wps_2018/data/wp18e10.pdf

NABI, F., MAHMUD, R., & ISLAM, M. Improving Sewing Section Efficiency through Utilization of Worker Capacity by Time Study Technique. *International Journal of Textile Science*, 2015, 4(1), 1–8.

PARTHIBAN P., RAJU. R. Productivity improvement in shoe making industry by using method study. *IOSR Journal of Mechanical Engineering and Civil Engineering (IOSRJMCE)*, 2014, Vol.-2278-1684, No.-2320-334, PP.-01-08.

SAIBANI, N., MUHAMED, A. A., MALIAMI, M. F., & Ahmad, R. Time and Motion Studies of Manual Harvesting Methods for Oil Palm Fruit Bunches: A Malaysian Case Study. *Jurnal Teknologi*, 2015, 74(3), 77–83.

VILLAR, Leisis y LEDO, Mayra. Aplicación de herramientas estadísticas para el análisis de indicadores. *Ing. Ind.* [online]. 2016, vol.37, n.2 [citado 2020-07-17], pp.138-150.

Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000200004&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1815-5936.

ZAPATA, Abel. Aplicación del Estudio de Métodos en el proceso de molienda para incrementar la productividad en la elaboración de panela granulada en el Módulo Ñoma Santo Domingo. Tesis (Ingeniero Industrial). Piura: Universidad César Vallejo. 2016. 101 pp.

ŽYDŽIŪNAITĖ, V. Implementing ethical principles in social research: challenges, possibilities and limitations. Vocational Training: Research and Realities, 2018, Vol. 29, págs. 19-43.

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de las Variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable dependiente: Productividad	Medida usualmente empleada para tener conocimiento de cuan bien son usados los recursos o factores productivos de un país, industria o una unidad de negocio. Quienes los administran y suministran estos factores, tienen la responsabilidad de que sean usados lo mejor posible los recursos disponibles (Galindo y Viridiana, 2015).	$TR=TI-TF$ <p>Donde:</p> <p>TR: Tiempo reducido.</p> <p>TI: Tiempo al inicio</p> <p>TF: Tiempo al final</p>	Estudio de tiempo	Tiempo	Razón
		$Eficiencia\ de\ la\ línea\ (E) = \frac{\sum TS}{\sum TP} \times 100$	Eficiencia	Materiales	Razón
		$TS=TB*(1+suplemento)$ <p>Donde:</p> <p>TS: Tiempo estándar</p> <p>TB: Tiempo básico.</p>	Medición del trabajo	Tiempo estándar	Razón
Variable independiente:	Comprende el diseño, creación y selección de los métodos, procesos,	$NO = \frac{TE \times IP}{E}$	Métodos	Número de Operadores	Razón

Estudio de métodos	herramientas, equipos y habilidades idóneas para la fabricación de productos, ya que cuando interactúan tanto el mejor método como las mejores habilidades, emerge una relación eficiente hombre-máquina que mejora la productividad (Contreras, Freitas, Ribeiro, y Clark, 2017).	<p>Donde:</p> <p>NO: número de operadores para la línea.</p> <p>TE: tiempo estándar de la pieza</p> <p>IP: índice de producción</p> <p>E: eficiencia planeada.</p>			
		Operaciones del proceso de producción antes y después.	Métodos	Número de operaciones	Razón
		Costos del proceso de producción antes y después.	Ratio de costos	Costos de producción	Razón

Anexo 4. Constancia de validación de instrumento de recolección de datos.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Gerardo Soza Pantoja con DNI N° 03591940 Magister
en DOCENCIA UNIVERSITARIA
N° ANR: 67114, de profesión INGENIERO INDUSTRIAL
desempeñándome actualmente como DOCENTE
en UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Formato de estudio de tiempos.
- Formato de control de desperdicios.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Formato de estudio de tiempos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

Formato de control de desperdicios	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 15 días del mes de Junio del Dos mil Diecinueve.



Mg. Gerardo Sosa Panta
 INGENIERO INDUSTRIAL
 CIP 67114

Mgtr. : Gerardo Sosa Panta
 DNI : 03591940
 Especialidad : INGENIERO INDUSTRIAL
 E-mail : gerardoblar@gmail.com



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Olivero Cepi Castañeda con DNI N° 02845340 Magister
 en Informática
 N° ANR:, de profesión Ing. Industrial
 desempeñándome actualmente como Doc. Prog. Formación Académica
 en Universidad César Vallejo

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Formato de estudio de tiempos.
- Formato de control de desperdicios.


Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Formato de estudio de tiempos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			/		
2. Objetividad			/		
3. Actualidad			/		
4. Organización			/		
5. Suficiencia			/		
6. Intencionalidad			/		
7. Consistencia			/		
8. Coherencia			/		
9. Metodología			/		

Formato de control de desperdicios	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			/		
2. Objetividad			/		
3. Actualidad			/		
4. Organización			/		
5. Suficiencia			/		
6. Intencionalidad			/		
7. Consistencia			/		
8. Coherencia			/		
9. Metodología			/		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 15 días del mes de Junio del Dos mil Diecinueve.

Mgr. *Ing. Oliver Cepin Castañeda*
DNI : 02845346
Especialidad : *Ing. Industrial*
E-mail : *occpin@notmail.com*


Ing. Oliver Cepin Castañeda
CIP: 56206



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Harold Talledo Chávez con DNI N° 73220632 Magister en Seguridad, Salud Ocupacional y Relaciones Comunitarias
 N° ANR:, de profesión Ingeniero Industrial desempeñándome actualmente como Coordinador en Seguridad y Salud O. en Servicios Metal Mecánico "Hnos. Benites" S.R.L

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Formato de estudio de tiempos.
- Formato de control de desperdicios.

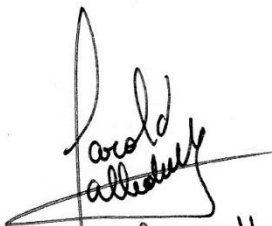
Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Formato de estudio de tiempos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			✓		
2. Objetividad			✓		
3. Actualidad			✓		
4. Organización			✓		
5. Suficiencia			✓		
6. Intencionalidad			✓		
7. Consistencia			✓		
8. Coherencia			✓		
9. Metodología			✓		

Formato de control de desperdicios	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			✓		
2. Objetividad			✓		
3. Actualidad			✓		
4. Organización			✓		
5. Suficiencia			✓		
6. Intencionalidad			✓		
7. Consistencia			✓		
8. Coherencia			✓		
9. Metodología			✓		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 15 días del mes de Junio del Dos mil Diecinueve.

Mgtr. : Ing. Harold Talledo Chávez
DNI : 73220632
Especialidad : Ing. Industrial
E-mail : talledo_1602@hotmail.com


Ing. Harold Talledo Chávez
CIP. 172941