



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación de la teoría de restricciones para incrementar la  
productividad en la empresa Contitread Perú S.A.C., S.M.P., 2020.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORES:**

Rubina Salazar, Juan Oscar (ORCID: 0000-0001-5263-0838)

Suarez Reyes, Brian Andre (ORCID: 0000-0003-1224-5841)

**ASESOR:**

Mg.r Paz Campaña, Augusto (ORCID: 0000-0001-9751-1365)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

El presente trabajo está dedicado a nuestras familias y amistades. En especial a nuestros padres, quienes mantuvieron la fe y su apoyo incondicionalmente en todo, nunca perdieron la confianza y con sus buenas vibras nos hizo superar los difíciles obstáculos y a dios por mantenerme por el buen camino siempre.

## **Agradecimiento**

Se agradece al a todos nuestros profesores desde el primer ciclo por su formación académica, a la universidad César Vallejo, a la empresa Contitread Perú S.A.C., por permitirnos darlos las facilidades para llevar a cabo el desarrollo de la presente investigación.

Y agradecer a nuestros padres nuevamente por darnos su apoyo económico, moral y emocional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimiento</b> .....	iii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	9
<b>ABSTRACT</b> .....	10
<b>I.INTRODUCCIÓN</b> .....	11
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	15
<b>III.METODOLOGÍA</b> .....	26
<b>3.1 Tipo y diseño de investigación</b> .....	26
<b>3.2 Variables y Operacionalización</b> .....	28
<b>3.3 Población, muestra y muestreo</b> .....	30
<b>3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad</b> .....	30
<b>3.5 Procedimientos</b> .....	32
<b>3.6 Métodos de análisis de datos</b> .....	76
<b>3.7 Aspectos éticos</b> .....	76
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	77
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	85
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	87
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	88
<b>Referencias</b> .....	90
<b>ANEXOS</b> .....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Diagrama de Ishikawa.

Figura N° 2: Diagrama de Pareto

Figura N° 3: Área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C.

Figura N° 4: Croquis de la empresa Contitread Perú S.A.C.

Figura N° 5: Personal del área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C.

Figura N° 6: Organigrama de la empresa Contitread Perú S.A.C., área de estudio.

Figura N° 7: Principales Productos Contitread Perú S.A.C.

Figura N° 8: Principales Clientes Contitread Perú S.A.C.

Figura N° 9: Personal no capacitado y sin implementos de seguridad del área de producción de Contitread Perú S.A.C.

Figura N° 10: Desorden en el área de producción de Contitread Perú S.A.C.

Figura N°11: Falta de plan de trabajo, desorganización, falta de supervisión del área de producción de Contitread Perú S.A.C.

Figura N° 12: Cuellos de botella, retrasos en la línea de producción del área de producción de Contitread Perú S.A.C.

Figura N° 13: Evolución de la Eficiencia del área de producción de Contitread Perú S.A.C. 2020.

Figura N° 14: Evolución de la Eficacia del área de producción de Contitread Perú S.A.C. 2020.

Figura N°15: Evolución de la Productividad del área de producción de Contitread Perú S.A.C. 2020.

Figura N° 16: Estación escariado – Antes de reducción de tiempos.

Figura N° 17: Estación de escariado – Después de reducción de tiempos.

Figura N° 18: Acopio/recepción de llantas (situación antes).

Figura N° 19: Acopio/recepción de llantas (situación Actual).

Figura N° 20: Estación de Inspección Inicial (situación antes).

Figura N° 21: Estación de Inspección Inicial (situación Actual).

Figura N° 22: Estación de Raspado (situación Antes).

Figura N° 23: Estación de Raspado (situación Actual).

Figura N° 24: Estación de Escariado (situación Antes).

Figura N° 25: Estación de Escariado (situación Actual).

Figura N° 26: Estación de Reparación (situación Antes).

Figura N° 27: Estación de Reparación (situación Actual).

Figura N° 28: Estación de Corte de Banda (situación Antes).

Figura N° 29: Estación de Corte de Banda (situación Actual).

Figura N° 30: Estación de Embandado (situación Antes).

Figura N° 31: Estación de Embandado (situación Actual).

Figura N° 32: Estación de Rolado (situación Antes).

Figura N° 33: Estación de Rolado (situación Actual).

Figura N° 34: Estación de Vulcanización (situación Antes).

Figura N° 35: Estación de Vulcanización (situación Actual).

Figura N° 36: Estación de Inspección Final (situación Antes).

Figura N° 37: Estación de Inspección Final (situación Actual).

Figura N° 38: Limpieza del área de producción.

Figura N° 39: Capacitación sobre la metodología de las 5's, en el área de producción.

Figura N° 40: Capacitación sobre procesos de producción en el área de producción.

Figura N° 41: Capacitación sobre SST en el área de producción.

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Elección de la herramienta para aumentar la productividad en la empresa Contitread Perú S.A.C.

Tabla N°2: Datos Generales de Contitread Perú S.A.C.

Tabla N°3: Eficiencia del área de producción de Contitread Perú S.A.C., 2020.

Tabla N°4: Eficacia del área de producción de Contitread Perú S.A.C. 2020.

Tabla N°5: Productividad del área de producción de Contitread Perú S.A.C. 2020.

Tabla N°6: Promedio de productividad y sus dimensiones luego del *pre-test* del área de producción de Contitread Perú S.A.C. 2020.

TABLA N° 7: “Resumen de problemas de restricciones en producción en la empresa Contitread Perú S.A.C.”

TABLA N° 8: “Identificación de las restricciones en producción Empresa Contitread Perú S.A.C. 2021”

TABLA N° 9: “Resumen del tiempo de áreas del proceso productivo en la Empresa Contitread Perú S.A.C.”

TABLA N° 10: “Resumen del Actividades Improductivas de las estaciones de trabajo del área de producción del proceso productivo en la Empresa Contitread Perú S.A.C.”

Tabla N° 11: Técnica de los 5 ¿Por qué? Empresa Contitread Perú S.A.C. – Problema “Transportes Innecesarios”.

Tabla N° 12: Técnica de los 5 ¿Por qué? Empresa Contitread Perú S.A.C. – Problema “Desorganización y Desorden”.

Tabla N° 13: “Comparación del tiempo ciclo de las actividades del área de producción de reencauche de la empresa Contitread Perú S.A.C.”

Tabla N° 14: “Cronograma de limpieza e inspección en el área del proceso productivo en la empresa Contitread Perú S.A.C.”.

Tabla N° 15: Identificación por colores para las herramientas de las estaciones de trabajo del área de producción en la empresa Contitread Perú S.A.C.

Tabla N° 16: Cuadro de capacitaciones para el área de producción.

Tabla N° 17: “Cálculo de la capacidad instalada de la producción post-test”

Tabla N° 18: Promedio de productividad y sus dimensiones luego del post-test del área de producción de Contitread Perú S.A.C. 2020.

Tabla N° 19: “Resultado de la Productividad en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., del pre-test y post-test”.

Tabla N° 20: Prueba de normalidad

Tabla N° 21: Tabla de Estadígrafo

Tabla N° 22: Prueba de normalidad – Eficiencia.

Tabla N° 23: Prueba de normalidad – Eficacia.

Tabla N° 24: Prueba de normalidad – Productividad.

Tabla N° 25: Análisis de Wilcoxon – Eficiencia.

Tabla N°26: Análisis de Wilcoxon - Eficiencia

Tabla N° 27: Análisis de Wilcoxon – Eficacia.

Tabla N° 28: Análisis de Wilcoxon - Eficacia

Tabla N° 29: Análisis de Wilcoxon – Productividad.

Tabla N° 30: Análisis de Wilcoxon – Productividad.

## RESUMEN

El Objetivo General de la investigación es determinar como la aplicación de la teoría de restricciones incrementa la productividad en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020., empresa que se dedica al servicio de reencauche de llantas; se empleó una metodología del tipo de investigación aplicada, diseño de investigación es cuasiexperimental, el nivel de investigación es explicativo, enfoque cuantitativo, sus variables independiente y dependiente son Teoría de restricciones y Productividad respectivamente, la muestra es representada en la presente investigación como la producción total de llantas reencauchadas durante el periodo de 30 días, la técnica a usar es la observación, el instrumento de creación propia que recopilará las variables dependiente e independiente como sus indicadores de las dimensiones empleado en la presente investigación será la ficha de registro. El estudio de investigación determinó que la productividad actual de la empresa de acuerdo a los días de investigación Pre – Test, determino luego de la aplicación del TOC, una productividad de 65.39%, con lo que se puede aceptar la hipótesis general; por lo tanto se concluye un aumento porcentual de la productividad de 30.67%.

Palabras clave: Productividad, eficiencia, eficacia, teoría de restricciones.

## **ABSTRACT**

The General Objective of the research is to determine how the application of the theory of restrictions increases productivity in the company Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020., a company dedicated to the tire retreading service; A methodology of the type of applied research was used, research design is quasi-experimental, the research level is explanatory, quantitative approach, its independent and dependent variables are Restriction Theory and Productivity respectively, the sample is represented in the present investigation as production total number of tires retreaded during the 30-day period, the technique to be used is observation, the instrument of its own creation that will collect the dependent and independent variables as its indicators of the dimensions used in this investigation will be the registration form. The research study determined that the current productivity of the company, according to the Pre-Test research days, determined after the application of the TOC, a productivity of 65.39%, with which the general hypothesis can be accepted; therefore, a percentage increase in productivity of 30.67% is concluded.

Keywords: Productivity, efficiency, effectiveness, theory of restrictions.

## I.INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el reencauche de neumáticos usados es muy utilizados por grandes países, por motivos de protección medio ambiental, tener cultura de reciclaje, reducir costos de producción en comparación a un neumático nuevo, así como un menor costo para el usuario final que corresponde a un tercio de su valor aproximadamente; al poder reencauchar el neumático hasta que las carcasa o casco lo permita. En los países de Europa y Estados Unidos tienen políticas claras para el reencauche, donde casi el 100% de neumáticos nuevos pasan por este proceso; según Simic (2017) en un estudio de Europa indica que solo en el sector de camiones se reencaucharon 4,7 millones de unidades de neumáticos, en Sudamérica en este tema estamos muy atrasado, Así lo confirma Vega (2020, p. 13) en Colombia solo reencaucha el 23% de todas las llantas usadas anualmente.

En el Perú, hace más de 50 años recién se da a conocer el tema de la reutilización de neumáticos, teniendo a las empresas formales pioneras como Renova, Bandag, PTS; pero en gran medida este sistema no es utilizado de la manera correcta y se opta por la ilegalidad, como consecuencia de la poca cultura de reciclaje o reutilización. En la actualidad en el Perú aún no cuenta con alguna institución u organismo que brinde estadísticas sobre el ingreso versus la cantidad de neumáticos que pasan por el proceso de reencauche, no obstante, el artículo Renovación del parque automotor, (13 de agosto del 2019) El peruano; indica que “El parque automotor en el Perú ha tenido un incremento significativo en este año, donde las unidades livianas y pesadas estaría compuestas de 85% y 15% correspondientemente de un total de 2.6 millones de unidades superando en casi un 23% a las cifras brindadas en el año 2016 de 2.281.000 de unidades”. Así mismo la Asociación Automotriz del Perú (AAP), ver anexos 1 y 2.

Muestra que en enero a diciembre del 2018 y 2019 se importaron 445, 550,660 y 455, 340,604 neumáticos respectivamente y para el presente año de enero a julio se ha importado 207, 889,554 neumáticos. Nomberto y Segura (2017) en su tesis indica que en nuestro país el servicio de reencauche aun no es muy empleado ya que apenas un 33% de llantas son reutilizadas.

El rendimiento de la compañía Contitread Perú S.A.C., muestra una reducción considerablemente lo cual se ve reflejado en la poca rentabilidad, para lograr incrementarla base a la problemática observada se ha optado por la teoría de restricciones ya que esta herramienta es empleada en línea de producción y es la que más se acomoda a la posición actual de la empresa.

El Problema general de la investigación: ¿Cómo la aplicación de la teoría de restricciones incrementa la productividad en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020?; Problemas específicos son: ¿Cómo la aplicación de la teoría de restricciones incrementa la eficiencia en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020?; ¿Cómo la aplicación de la teoría de restricciones incrementa la eficacia en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020?.

El Objetivo General de la investigación es determinar como la aplicación de la teoría de restricciones incrementa la productividad en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020. Los Objetivo Específicos son: Determinar como la aplicación de la teoría de restricciones incrementa la eficiencia en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020 y Determinar como la aplicación de la teoría de restricciones incrementa la eficacia en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020.

Hipótesis General es la aplicación de la teoría de restricciones incrementa la productividad en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020. Las Hipótesis Especificas son: La aplicación de la teoría de restricciones incrementa la eficiencia en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020., y la aplicación de la teoría de restricciones incrementa la eficacia en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020.

Justificación Teórica Para Ñaupas (2014), señala que la trascendencia que conlleva investigar los diversos problemas primero se debe basar en ver la parte científica y analizar a través de los datos recopilados, el tratamiento científico y el análisis del contenido para llegar al fondo del problema. Este proyecto tiene como finalidad aportar conocimientos y una búsqueda de información, se adopta el TOC en la zona de producción de la empresa para reconocer los cuellos de botella e identificar la mayor restricción para estudiarla y eliminar hasta que deje de ser la mayor restricción de la línea de producción.

Justificación Social en la presente investigación considera que toda empresa tiene partes muy importantes que sumados entre si dan resultados óptimos que benefician no solo a la entidad sino también a todos sus colaboradores, es por ello que gran parte del crecimiento o la rentabilidad que desarrollan se debe al rendimiento y al aporte que día a día viene realizando cada personal que les genera dividendos satisfactorios.

Justificación Económica actual de la investigación pretende incrementar la productividad en el área de producción de llantas reencauchadas en la empresa Contitread Perú SAC, se comprende económicamente debido porque cuando se aplica el TOC permitirá estudiar todo el proceso productivo minimizando actividades menores, disminuyendo los costos de elaboración y obteniendo mayores beneficios tanto para la empresa como los colaboradores.

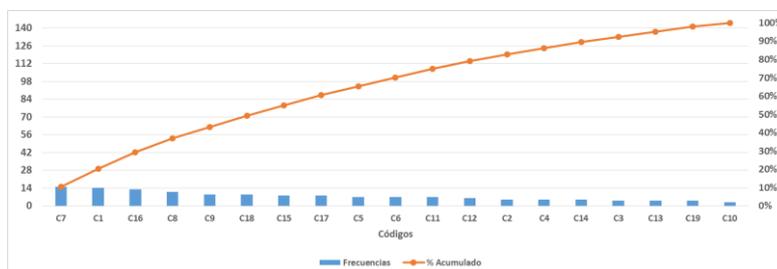
Las causas una evidente baja productividad, se reflejan a continuación en el diagrama de Ishikawa.

Figura 1: Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia.

Mediante el diagrama de Pareto se identificó el 80% de la frecuencia de baja productividad: son retrasos y demoras en las línea de proceso, desorganización y desorden en producción, personal no capacitado, falla en la línea de producción, no existe un plan maestro de producción, falta de supervisión, procedimientos no existen, maquinaria desactualizada, no se registran los errores, no se cuenta con un plan de mantenimiento, órdenes de compra fuera de tiempo, se puede observar en la matriz de correlación y tabla de causas (ver anexos 3 y 4 respectivamente).

Luego de la evaluación de los datos se decidió para la elección de la herramienta a usar a fin de disminuir los problemas de baja productividad al TOC, según detalle del siguiente cuadro:

Tabla 1: Elección de la herramienta para aumentar la productividad en la empresa Contitread Perú S.A.C.

	MEDICIÓN	MANO DE OBRA	MATERIALES	MEDIO AMBIENTE	MAQUINARIA	MÉTODOS	NIVEL DE CRITICIDAD	TOTAL DE PROBLEMAS	PORCENTAJE	IMPACTO	CALIFICACION	PRIORIDAD	
PROCESOS	19	0	0	0	0	24	ALTO	43	58%	7	301	1	<b>TOC</b>
GESTIÓN	0	1	1	25	0	0	MEDIO	27	36%	5	135	2	<b>5S</b>
MANTENIMIENTO	0	0	0	0	4	0	BAJO	4	5%	4	16	3	<b>PROCESOS</b>
TOTAL CAUSAS	19	1	1	25	4	24		74					

Fuente: Elaboración propia.

## II. MARCO TEÓRICO

CABANILLAS (2017), “Aplicación de la Teoría de restricciones para mejorar la productividad en el área de tejeduría de la empresa Loop Fine S.A.C, San Martín de Porres, 2017”. Universidad César Vallejo Lima. Para obtener el Título de Ingeniero Industrial. Su objetivo principal se basó en determinar de qué manera el TOC, mejoro la productividad en el área de tejeduría del área de producción, su metodología fueron un diseño cuasi experimental y tipo aplicada mantiene un nivel descriptivo y explicativo. Su población total en la investigación a los datos de producción tomados a los procesos de fabricación de tela durante 6 meses de producción de tela en kilogramos que a su vez se emplearon como muestra para este análisis. Se utilizó como instrumentos ficha de recolección de datos, base de datos históricos proporcionados por la empresa como también los datos observados, cuadros estadísticos y reportes de producción semanal, los cuales fueron validados por expertos y analizados en cuadros estadísticos en Excel y cuadros con el software estadístico de SPSS 24. Mediante los resultados obtenidos en esta investigación se llegó a la conclusión de que la herramienta del TOC mejora la productividad en el área de tejeduría en 45.82 kg/ semana de un 31.97 kg/ semana, es decir mejora en un 43 % la productividad.

ALBA (2018), “La aplicación de la teoría de restricciones (TOC) para mejorar la productividad en el área de impresión-flexográfica en la empresa Polybags S.R.L., Lima 2019”. Universidad César Vallejo Lima. Para optar el Título de Ingeniero Industrial. Tiene como objetivo principal el de determinar de qué manera la aplicación de la herramienta teoría de restricciones mejora la productividad en el área de impresión-flexográfica; la población fue medida por 30 días hábiles y fue conformado por la producción de metros lineales de impresión flexográfico, este proyecto de investigación es explicativa, aplicada, cuantitativa y cuasi experimental, uno de los métodos o técnicas que se utilizara en este presente trabajo de investigación será la observación, poder medir los indicadores se necesita los siguientes instrumentos, registros de ficha técnica del cliente, registro de impresión, registro de productos no conformes, base de datos. Como resultado de esta aplicación se logra incrementar considerablemente la productividad, antes de aplicar el TOC es de 0.5187 y el promedio después de la aplicación fue de 0.8764, asimismo también se mejoraron los índices de eficiencia a 93.0%

umentando en 16.6 puntos porcentuales, asimismo la eficacia paso de 67.6% a 94.1%, por lo que se llegó a la conclusión que al aplicar las herramientas TOC si se logra mejorar la productividad en el área de impresión.

ANGULO Y SALIRROSAS (2019), “Aplicación de la Teoría de Restricciones para incrementar la productividad en la empresa de Calzados Kevin’s, Trujillo 2018”. Universidad César Vallejo Lima. Para optar el Título de Ingeniero Industrial. Su objetivo es aplicar la teoría de restricciones para incrementar la productividad de la empresa. La población estuvo constituida por 7 trabajadores de la empresa, el marco muestra es de acuerdo al estudio de tiempos realizados durante 10 días de trabajo de la producción de docenas de calzado, como herramienta fichas de registro de producción diaria y ficha de registro de tiempos; la investigación es aplicada, Investigación aplicada, tipo longitudinal, cuantitativa. Lo que se permite concluir que el incremento de la productividad se estableció de manera positiva a través de un valor porcentual del (46%) a un (53%) a través de su eficiencia y eficacia.

SALINAS (2018), “Aplicación de la Teoría de Restricciones para incrementar la productividad en el proceso de despacho en la empresa VMWARESIS SAC, Los Olivos 2018”. Universidad César Vallejo Lima. Para optar el Título de Ingeniero Industrial. Tiene como objetivo principal determinar de qué manera la teoría de restricciones mejora la productividad en el área de despacho; el diseño de la investigación es cuasi-experimental de tipo aplicada, cuantitativa la población está conformada por la cantidad de despachos que se ejecutan en los días laborales. De esta manera, se realizó el estudio en el área de almacén, en el proceso de despacho en un periodo de 60 días antes de la implementación (*pre-test*) y 60 días después (*post-test*); se empleará la técnica de observación, el cual permitirá reconocer y obtener datos del objeto de estudio, mirando detalladamente lo que nos interesa como investigación, en un espacio y tiempo delimitado y en situaciones particulares; se logra incrementar la productividad en los meses de Setiembre-Octubre; obteniendo una nueva productividad, eficiencia y eficacia de 55% , 58% y 92% correspondientemente.

MEZA (2017), “Aplicación de la Teoría de Restricciones para mejorar la productividad de la sede Chorrillos – LVEESA en la empresa Flashman S.A.C San

Miguel 2017". Universidad César Vallejo Lima. Para obtener el Título de Ingeniero Industrial. El objetivo general de la presente tesis es determinar de qué manera la aplicación de la teoría de restricciones mejora la productividad de la sede Chorrillos – Lvesa en la empresa Flashman S.A.C. La investigación es aplicada, explicativa, diseño cuasi experimental, cuantitativo; la muestra será igual a la muestra de los servicios de limpieza realizados durante 90 días desarrollada en el periodo de noviembre 2016 – mayo 2017 ; instrumentos de recolección de datos registro de control de plazos, registro de control de costos, registro de datos de H.H trabajadas, registro de control de limpieza de buses; mediante la ejecución y planificación se logró incrementar la productividad de 62% a 81% y consigo también se incrementó la eficiencia en un 17.13% obteniendo como nueva eficiencia 81.24%. Concluyendo por lo tanto que la aplicación del TOC si mejora la productividad de la empresa como se evidencio en sus resultados.

HARO (2018). "Mejora de la productividad mediante la Aplicación de la Teoría de Restricciones en la fabricación de sillas de la empresa de muebles de Acero Viteri Riobamba 2018". Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Riobamba. Para obtener el grado de Magíster en Gestión Industrial y Sistemas Productivos. Su objetivo general es mejorar la productividad mediante la aplicación de la teoría de restricciones en la fabricación de sillas. Se utilizaron los siguientes tipos de investigación exploratorio, descriptiva, explicativa; en esta investigación la población de estudio es pequeña y corresponde a un número de 12 sillas fabricadas a diario, por esta razón la población es igual a la muestra; el resultado del método mejorado nos da un índice de productividad superior en 35.44%. Como resultado obtenemos que la productividad se incrementa al aplicar la teoría de restricciones.

JORMA (2014), "Aplicación de la teoría de restricciones para aumentar el control en un entorno de fabricación complejo: Case CandyCo: producción contra stock con una amplia oferta de productos y cientos de componentes. Helsinki 2014". Aalto University School of Business Helsinki. Para obtener el título de Maestría en Ciencia – Economía y Administrador de Empresas. El objetivo general de la investigación es determinar los problemas complejos que CandyCo enfrenta en sus operaciones diarias y aplicando la teoría de restricciones encontrar formar de incrementar la capacidad de control y productividad en el proceso de fabricación

de bolsas de dulces. Lo que sugiere este análisis es que hay dos problemas principales diferentes que afectan el rendimiento de los sacos mixtos: los tipos de sacos empaquetados por el cuello de botella y la tasa de utilización del cuello de botella. Luego de aplicar TOC se llega a la conclusión que el cuello de botella puede producir más bolsas mixtas, si los productos de un componente se envasan en otro lugar, asimismo, el cuello de botella puede aumentar el rendimiento al reducir el tiempo de inactividad en el recurso de cuello de botella.

JARKKO (2015), "Utilización de la teoría de restricciones para desarrollar la parte de diseño del proceso de entrega de pedidos. Helsinki 2014". Aalto University School of Science. Para obtener el título de Diploma en Ingeniería Electrónica y Eléctrica. En general, la investigación es utilizar la teoría de restricciones para identificar aquellas cosas que causan una gran carga de trabajo diaria en la planificación de pedidos y evitar operaciones más eficientes, lo que tiene un efecto perjudicial en el tiempo de entrega y la confiabilidad de la entrega. El trabajo puede considerarse exitoso, luego de la aplicación del TOC se identificó sus limitaciones y los impulsores que interrumpieron el proceso pudiéndose reconocer la mayor restricción del proceso de. Además, se encontraron formas de incrementar el rendimiento del cuello de botella y dirigir el resto del proceso para operar de acuerdo con el cuello de botella (Tambor-Buffer-Rope) e introducir otros modelos operativos correctivos e indicadores para asegurar la calidad de la operación. Con ello poder incrementarla después de identificar los puntos con déficit. Como resultado, se puede afirmar que la Teoría de Restricciones también es excelentemente adecuada para el desarrollo de tareas administrativas.

HEND (2016). "La Aplicación de la Teoría de Restricciones en un proceso de planificación de la producción con referencia a su aplicación en la empresa AAB Governorate de Giza 2016". Arab Academy For Science, Technology & Maritime Transport. Para obtener el grado de Maestro de la Ciencia en Logística de Comercio Exterior. El objetivo general es mejorar el proceso de entrega mejorando los siguientes parámetros: Plazo de entrega de pedidos de 8 a 3 semanas, entrega al cliente a tiempo (OTD) al 95% y reducción del inventario del 16% al 13% mediante la aplicación del TOC. Al aplicar TOC se aumenta el rendimiento y, al mismo tiempo, reducir el inventario y gastos operativos, como requisito previo para asegurar la rentabilidad, los miembros de la entidad deben ser capaz de identificar

y eliminar rápidamente las restricciones y asegurarse de que puedan continuar cumpliendo con los requisitos cambiantes del cliente con precisión. Se concluye que la aplicación de TOC es muy beneficioso para la planificación de la producción.

LINHART (2013). "Teoría de Restricciones y su aplicación en una empresa específica. Žerotínovo Náměstí 2013". Masaryk University faculty of Economics and Administration. Para obtener diploma en Economía y Gestión Empresarial. El objetivo de este trabajo es principalmente aplicar la teoría de restricciones y sus herramientas, métodos basados en esta teoría y la especificación de áreas de su aplicación. Con estas herramientas, el autor analiza los procesos clave de la empresa seleccionada y realizará una detección de cuellos de botella. Propondrá un método que conduzca a la reducción de los factores limitantes de la limitación encontrada y analizará los beneficios de utilizar el TOC del método de mejora propuesto. Durante el análisis, se ha identificado un sistema incorrecto de métricas de medición del rendimiento y se ha revelado un fenómeno de planificación irreal, de esta manera afectando la productividad de la empresa. El autor concluye que al aplicar TOC es beneficioso para analizar los procesos y por consiguiente mejorar la productividad.

Desde su origen hace más de 40 años existen diferentes versiones sobre el origen de **la teoría de restricciones (TOC)**, diversos autores indican que la teoría de restricciones nace del estudio de distintas investigaciones; algunos señalan el costo directo, teoría de colas, la simulación, etc.

La versión más notable es la del Dr. Eliyahu Goldratt que a inicio de la década de los 80 como solución de mejora a un problema de evidente de baja productividad de una pequeña empresa, define al TOC como un conjunto de procesos de reflexión que emplea un método de acción y reacción para comprender lo que está sucediendo y de esta manera encontrar la mejora continua.

Cada sistema debe tener como mínimo una restricción de no ser así, un sistema real como una empresa lucrativa obtendría beneficios incalculables. Por ende, una restricción es: "cualquier obstáculo que limite a un procedimiento alcanzar su mayor rendimiento con respecto a su objetivo" (Goldratt, 2013, p.453).

Para Techt (2016), la teoría de restricciones no es distinta a la práctica si se cuenta con conocimientos confiables basados en la observación y resultados comprobados; así mismo una restricción es un sistema de funciones dependientes unas detrás de otras que transforman los ingresos en salidas (p. 63).

Para Ritchie, Neves, Tamara, Luna y Uribe (2013). La Teoría del TOC Se utiliza esencialmente para resolver problemas en la parte de la producción y de esta manera lograr los resultados esperados, básicamente toda organización tiene fines de lucro y van en búsqueda de nuevas mejoras por parte de la rentabilidad es por ello que esta teoría dispone de varios tipos que pueden contribuir en gran medida como son las de mercado que se desarrolla en base al factor productivo, las físicas que van más por los factores tangibles, las de mercado cuando interfieren directamente sobre los servicios o productos que brinda la empresa y por último las políticas cuando la empresa integra procedimientos que van de forma contraria con la productividad que venían desarrollando (p. 33).

La Teoría de Restricciones tiene como origen fundamental y se relaciona en gran medida con la teoría de sistemas teniendo como fin que una empresa se constituye básicamente con el propósito de generar un objetivo. Según Goldratt, nos muestra que estos objetivos es el de tener dividendos, con los cuales la empresa asegura sus beneficios a largo plazo teniendo en cuenta que fue constituida para lograr este fin, todo acto es juzgado por cualquier nivel del sistema como efecto global para lograr los alcances de la empresa (p. 423). Para AGUILERA (2000) Él indica que el primer paso a revisar son saber cuál es el objetivo general y saber cómo vamos a lograr desarrollarlas, de esta manera puede saber que alcances, recursos tiene para mejorar las medidas que se tomaran sobre ese objetivo (p. 134). El autor también define La Teoría de Restricciones como un método que se emplea y está al alcance de quien dirige la empresa con la finalidad de que esta siga creciendo y los resultados sean cada vez más óptimos, de ser así se lograría la continuidad de la empresa y el alcance de los objetivos propuestos

Chase y Aquilano (2009). El principio fundamental de La Teoría de Restricciones es un conjunto de pasos que nos ayudan y permiten que el origen del problema se elimine, estos cinco pasos nos mostraran de manera detallada los puntos a

mejorar e implementar teniendo como parte fundamental el objetivo propuesto (p. 33).

Según Goldratt (2005) expresa que los **cuellos de botella** son procesos que se encuentran en cualquier situación son menos factibles si se procesan de una manera lenta, este proceso consiste básicamente en lograr trabajar a ritmos cada vez más parejos, aumentando poco a poco su velocidad hasta llegar a la capacidad límite para poder balancear el proceso. Esta teoría se aplica más en la industria sobre todo en la parte de la producción ya que al tener un sistema lento genera para el área un retraso y la empresa se ve muy limitada (p. 383).

Para Chase, Jacobs y Aquilano (2009). Un cuello de botella se define como un procedimiento que no apoya a que la producción sea efectiva y en donde la capacidad es muy inferior a su demanda (p. 464).

Krajewsk, Ritzman y Malhorta (2008). Definen a un cuello de botella como una delimitación que afecta gravemente a la empresa, como se puede ver la parte productiva es fundamental para satisfacer el mercado objetivo al cual se dirige la empresa, el presentar estos cuellos de botella se generan bajas y un atraso en la producción (p. 255).

Aguilera (2000). Define básicamente que los cuellos de botella en las operaciones generan un retraso, no solo en la parte de la producción sino también en la incrementación del inventario, ya que puede dañar el inicio de la cadena productiva haciendo que el sistema no pueda evitar la aglomeración que con lleva estos procesos afectando considerablemente los resultados sobre los productos finales y esto conllevaría a bajar los ingresos económicos como parte fundamental para la empresa (p. 160).

Ludevid y Ollé (1994). manifiestan la importancia de identificar el lugar donde se encuentra el cuello de botella, de esta manera saber si hay en la prestación de servicios, de tal forma que el cuello de botella que se pueda presentar en diversas forma en si es muy cambiante por eso es que se pone el mayor énfasis en localizarla, luego tratarla para ir viendo como poco a poco podemos equilibrar y generar un balance que permita conseguir un rendimiento óptimo hasta su capacidad máxima sin necesidad de desestabilizarlo (p. 140).

Los siguientes ejemplos determinan un limitante en el proceso conocido como cuello de botella:

- Se puede definir restricción al eslabón como flojo.
- Un sistema contiene más de una restricción.
- Localizada una restricción, se prosigue en la búsqueda de una nueva.
- Localizada la restricción se debe trabajar para eliminarla para obtener la máxima capacidad productiva, de modo que sea rentable para la empresa.
- La restricción del sistema está determinada por su velocidad productiva.

Identificación de los cuellos de botella.

- Una de las maneras de calcular el cuello de botella es calcular los tiempos de cada área de trabajo en toda la línea de producción.
- Verificación de los inventarios en el área de estudio.
- Comprobar el ritmo de rendimiento en cada punto del proceso productivo donde se evidencia mejor flujo.

Fórmula para Cuello de botellas:

$$SPI = \frac{PR}{PP} \times 100\%$$

SPI: Índice de control de plazos (%)

PR: Plazos reales por estación (unidades)

PP: Plazos Programados por estación (unidades)

Para Rincon (2011). La **medición de costos** visualiza al administrador como elemento principal en la toma de control, evaluación y desarrollo de la empresa a nivel operativa, ya que ofrece la capacidad de medición y contabilización de los modelos, con un alto contenido financiero y administrativo, resaltando de esta manera lo fundamental con datos numéricos se toman mejores decisiones (p. 111).

Cardenas (2016), define al sistema de costos como un conjunto de normas, procedimientos y técnica que nos van ilustrando de qué manera los costos influyen

sobre los productos terminados, el manejo de todo el producto que tenemos el inventario y cómo podemos establecer los parámetros de la producción (p. 38).

Según Cuevas (2015), La **medición de costos** es un conjunto de procesos y normas que permite evaluar, ordenar, observar y asignar el costo en cada fase del proceso producto de un bien o servicio, los resultados de dicho registro facilitan la toma de decisiones para ser una organización productiva y rival para cualquier organización de similar rubro en el mercado (p. 193).

La medición de costos difiere en sus puntos de vista ya que existen diversas formas de clasificar y ver los costos. Es importante que la empresa tenga procedimientos establecidos con respecto a los estándares de calidad que le permita llevar el control de una manera eficiente para evitar así desperfectos y fallas que puedan perjudicar la producción o la prestación de servicio.

Fórmula para la medición de costos:

$$\text{CPI} = \frac{\text{CR}}{\text{CP}} \times 100\%$$

CPI: Índice de control de costos (%)

CR: Costos reales por estación (S/.)

CP: Costos programados por estación (S/.)

Partamos de que la palabra **Productividad** es menciona por primera vez en el año 1766 en un artículo de *Quesnay*, luego de pasar más de un siglo de aquella mención en 1883 *Littre* lo definió como: “La facultad de Producir” es decir el, afán de producir (Bojórquez, A y Bojórquez, F, 2013, p. 28).

Definimos Productividad como una relación entre las entradas y salidas en el proceso productivo, básicamente es cuán eficientemente se utilizan los insumos en la producción de un producto (Sung-Jong, 2018, p. 15).

En los años 90, se refieren a la productividad *Mistereck, Dooley, y Anderson (1992)*, lo manifiestan como el cociente entre el producto y el insumo a nivel de la organización global, está influye directamente por el desempeño del trabajador, la línea de producción. Como ajustarse a los cambios de costos y ajustes de mejora (p. 39).

A inicios del siglo XXI, Singh, Motwani y Kumar (2000), proponen que la productividad es una herramienta de gestión para calcular y supervisar el desempeño de una operación. Esta teoría se examina desde varias perspectivas de enfoque como también técnicas de innovación para medirla (234).

En la actualidad, Guo, Wald, y Beaujon (2020), definen el entendimiento de la productividad como una función dependiente de los datos de un evento. Perspectiva mente está cambia en el tiempo dentro de una red de usuarios, entonces el análisis de datos puede identificar a los principales colaboradores que pueden ser más esenciales, nos ayuda a mostrar indicadores específicos para cada trabajador.

Ahora entendamos como Productividad algo no solo de una organización, sino de una red de organizaciones, generando valor agregado económico de los productos de servicios intangibles y productos de manufactura tangibles, que tiene que ser medidos con metodologías innovadoras (Walters y Helman, 2020).

Entonces los valores que pueden variar la productividad, para la mayoría de los trabajadores la principal motivación para ser más productivos es el valor monetario, al igual para las organizaciones incrementar su productividad se refleja en mayores utilidades, por otro lado Patrón y Vargas (2019), en su artículo de investigación ilustran que los factores primordiales que tiene un alcance directo en la productividad, son los aspectos psicosociales, la interacción que tiene fuera del trabajo con otras personas, lazos expresivos y ambiente de trabajo en su estación de operaciones; también se considera el lado psicológico como el stress, tolerancia a la frustración, factores tan importantes que se pueden ver son principalmente es como llevamos el liderazgo, controlamos y supervisamos los procesos dentro de la organización así como la capacidad de que todo sea de manera imparcial y a tiempo con relación a los pagos .

Por lo tanto, se define que tener un alto índice de productividad significara en la producción de más insumos con similar proporción de recursos con los que se cuenta. Esto se puede definir en la siguiente formula que refleja mejor lo expuesto:

$$\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Recursos utilizados}$$

La productividad también va a depender de dos factores para su medición que son la eficiencia y eficacia; primero se analizara el concepto de eficiencia donde según Mokate (2001) la eficiencia se puede entender como el cumplimiento de los objetivos o metas propuesta con el menor costo posible, empleando de esta manera la menor cantidad de recursos lo que facilita mucho la rentabilidad de la organización, el no cumplir con ello se tiene como resultado el no ser eficiente.

Rojas, Jaimes y Valencia (2018), nos indican que la **eficiencia** es la manera de llegar a un resultado deseado, optimizando los recursos con que contamos, y acotar que necesitamos tener una comparación de otro valor para decir que la actividad trazada fue eficiente, dado que con una solo medición no se puede afirmar este concepto en una tarea realizada.

La cual es representada con la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia} = \text{recursos utilizados} / \text{recursos disponibles}$$

Mokate (2001). Resalta que, a diferencia de la eficiencia, la **eficacia** no mide el uso de los recursos siempre y cuando se llegue al objetivo propuesto. Un determinado propósito resulta ser eficaz cuando se logra llegar al objetivo basados en la calidad, sin importar el costo de los recursos empleados.

La Eficacia para Rojas, Jaimes y Valencia (2018), refieren lo siguiente que esta palabra se puede entender cómo hacer o lograr algo, con un mejor enfoque nos refiere a la capacidad de llegar a una meta u objetivo propuesto previamente en un tiempo determinado.

La fórmula empleada para determinar la eficacia es:

$$\text{Eficacia: } \text{objetivo real} / \text{objetivo programado}$$

En la actualidad el mundo está conectado globalmente, por lo tanto, vivimos en un mundo cada día más competitivo para eso la productividad juega un rol fundamental para que una organización se mantenga en el tiempo y sea más competitiva.

Según Dorbessan (2006), “Aplicar Las “5S” no significa trabajar más; al contrario: al estar lo necesario ordenado en un ambiente despejado y limpio, el tiempo requerido para realizar las tareas es menor” (p. 20). El autor nos refiere que esta

metodología más que un esfuerzo de aplicar, nos quiere decir si se sigue sus pasos se debe y tiene que trabajar con mejor facilidad y continuidad.

También Dorbessan (2006), nos explica cómo aplicar esta metodología el orden y su secuencia: Primero se tiene Seiri (sentido de utilización). Este primer S se refiere al uso más eficiente de recursos y materiales. En las empresas, esto requiere una reflexión sobre lo que realmente es necesario, Seiton (sentido de organización/orden), llega la hora de colocar todo en su debido lugar, Seiso en la tercera S, se crea la conciencia de que la limpieza es responsabilidad de todos y no sólo del encargado de la limpieza. Así, cada colaborador es responsable de mantener la higiene de sus ítems de trabajo, Seiketsu se debe haber percibido que los 3 primeros principios tienen el propósito de promover una verdadera limpieza en la empresa, cambiando la percepción de la organización junto a sus diversos públicos, tanto externos como internos por ello se debe estandarizar todo lo trabajo hasta el momento, Shitsuke la idea del sentido de disciplina es hacer un estilo de vida esta metodología que permite un monitoreo eficaz de los 5 sentidos, trayendo impactos positivos para la gestión, seguridad en el trabajo y calidad, lo entendemos como la mejora continua (p. 56, 57).

### **III.METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

El presente contenido tendrá un tipo de investigación aplicada, su finalidad es aplicar la teoría de restricciones para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Contitread S.A.C., de acuerdo a los conocimientos adquiridos en el marco teórico referente a las variables de estudio. Según Valderrama (2013) Una investigación será de tipo aplicada cuando se base fundamentalmente en aplicar término, conocimientos, conceptos y demás conocimientos ya existentes para poder complacer necesidades y así generar frutos favorables a la sociedad. (p.164)

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

En el actual desarrollo de proyecto de investigación se manipulará la variable independiente que es la teoría de restricciones para de esta manera ver el efecto que se producirá en la variable dependiente, observando sus cambios como

también en sus dimensiones, siendo de esta manera un diseño de investigación cuasiexperimental.

Para Hernández y Baptista (2014) nos indica cuando en una investigación se produce la manipulación de la variable independiente con el fin de visualizar que efecto puede llegar a producir en las distintas variables dependientes que puede llegar a contener a este diseño de investigación le denomina cuasiexperimental (p. 174).

### **3.1.3 Nivel De Investigación**

El presente desarrollo de proyecto de investigación buscará responder las diferentes causas y efectos que llegan a producir la disminución de la productividad de la organización Contitread Perú S.A.C., en su área de producción, se empleara las herramientas del TOC para determinar de qué manera se puede lograr incrementar esta productividad, de tal manera que el diseño de la investigación será explicativo.

Según Valderrama (2013) Nos indica que una investigación es denominado explicativo es porque responde a la acción y reacción de los diferentes fenómenos, esto quiere decir que su enfoque es demostrar los sucesos y las situaciones en la cual se vincula con las variables de la investigación (p .174).

### **3.1.4 Enfoque de investigación**

Según Ñaupas, Mejia, Novoa y Villagomez (2014), Un proyecto de investigación de investigación se aplicará un enfoque cuantitativo, que permitirá hacer el análisis a través de todos los datos obtenidos, de esta manera se probaran las hipótesis planteadas, asimismo este enfoque trabaja directamente con la medición de las variables, los instrumentos de investigación, los análisis estadísticos, muestreos que nos permiten descartar los resultados que no están ligados con el objetivo de la investigación (p. 97). El presente trabajo se desarrollará mediante la metodología cuantitativo debido a que este es el mejor se adaptaría a las características y necesidades de la investigación; porque al final nos arrojará un resultado numérico, que será de tipo discreta para medir la productividad en la organización Contitread Perú S.A.C.

## **3.2 Variables y Operacionalización**

### **3.2.1 Variable independiente: Teoría de Restricciones**

Para Chapman (2006) la idea principal del TOC con respecto a la planificación sobre la realización de un servicio o producto consiste en una secuencia de métodos que se relacionan entre sí, cada uno de estos métodos tiene un proceso que restringe el desarrollo de una operación. Entendemos por restricción al principio que hace que la empresa no llegue a cumplir con los objetivos que principalmente son los de generar rentabilidad y avance a través de las ventas que realicen además de la producción (p. 229).

#### **Dimensión 1: Cuello de Botellas**

Para Casas (2015), el cuello de botella son todos los elementos que interfieren en la realización de los procesos, generando así tiempos de espera, la paralización parcial de la producción y haciendo que las empresas se vean delimitadas a causa de ello, las consecuencias más resaltantes son la disminución de las entregas, la producción baja y sobre todo el aumento en costos.

Según Yong-Cai, Qian-Chuan y Da-Zhong (2015), los cuellos de botellas no siempre van a estar presentes ya que si los identificamos a tiempo pueden ser de manera parcial, si logramos combatirlas nos ayudaran a que la empresa evite más contratiempos y sobre todo pérdidas irreparables.

Se representa con la siguiente fórmula:

$$SPI = \frac{PR}{PP} \times 100\%$$

SPI: Índice de control de plazos (%)

PR: Plazos reales por estación (unidades)

PP: Plazos Programados por estación (unidades)

#### **Dimensión 2: Medición de costos**

Según Cuevas (2015). La medición de costos es un conjunto de procesos y normas que permite evaluar, ordenar, observar y asignar el costo en cada fase del proceso producto de un bien o servicio, los resultados de dicho registro facilitan la toma de decisiones para ser una organización productiva y competente en el mercado (p. 193).

Se utilizara la siguiente fórmula:

$$\text{CPI} = \frac{\text{CR}}{\text{CP}} \times 100\%$$

CPI: Índice de control de costos (%)

CR: Costos reales por estación (S/.)

CP: Costos programados por estación (S/.)

### **3.2.2 Variable dependiente: Productividad**

Para Guo, Wald, y Beaujon (2020), definen el entendimiento de la productividad como una función dependiente de los datos de un evento. Perspectiva mente está cambia en el tiempo dentro de una red de usuarios, entonces el análisis de datos puede identificar a los principales colaboradores que pueden ser más esenciales, nos ayuda a mostrar indicadores específicos para cada trabajador.

#### **Dimensión 1: Eficiencia**

Rojas, Jaimes y Valencia (2018), indica que la eficiencia es la manera de llegar a un resultado deseado, optimizando los recursos con que contamos, y acotar que necesitamos tener una comparación de otro valor para decir que la actividad trazada fue eficiente, dado que con una solo medición no se puede afirmar este concepto en una tarea realizada.

La cual es representada con la siguiente fórmula para el caso de estudio:

$$\text{EF} = \frac{\text{TUD}}{\text{TPD}} \times 100\%$$

EF: Eficiencia (%)

TUD: Tiempo Útil por día (minutos)

TPD: Tiempo Programado por día (minutos)

#### **Dimensión 2: Eficacia**

Para Rojas, Jaimes y Valencia (2018), sobre la eficacia indican lo siguiente que esta palabra se puede entender cómo hacer o lograr algo, con un mejor enfoque nos refiere a la capacidad de llegar a una meta u objetivo propuesto previamente en un tiempo determinado.

La fórmula empleada en nuestro proyecto de investigación es:

$$EFA = \frac{LRRD}{LPRD} \times 100\%$$

EFA: Eficacia (%)

LRRD: Llantas reencauchadas real por día (unidades)

LPRD: Llantas programadas reencauchadas por día. (unidades)

Por ultimo ver en anexos 5, el cuadro de Operacionalización.

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1 Población**

Para Valderrama (2013), La población estadística se precisa como la recopilación de todos los siguientes indicadores variables estudiadas en cada unidad del universo por lo tanto cada variable adopta un conjunto de valores que constituyen la unidad de un conjunto de variables universo, por consiguiente, se puede concluir decir que cuando el universo tiene N elementos el número de personas en la población es N (p.108).

La población es representada en la presente investigación como la producción total de llantas reencauchadas durante el periodo de 365 días.

#### **3.3.2. Muestra**

Según Hernández y Baptista (2014), una muestra es una porción de la población que se ha seleccionado para la investigación correspondiente a un plan o regla con la finalidad de lograr información. (p. 97).

La muestra es representada en el presente desarrollo de la investigación como la producción total de llantas reencauchadas durante el etapa de 30 días.

#### **3.3.3. Muestreo**

Para Valderrama (2013). El muestreo se define como la elección de una subpoblación de cierto tamaño de muestra de la que se obtendrán elementos para confirmar si la hipótesis es verdadera o falsa, y extrae inferencias sobre la población (p. 108). El muestreo será no probabilístico

### **3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **3.4.1 Técnica**

Como Bernal (2010), La técnica actualmente en las investigaciones científicas, existen en diversas variedades de métodos que se utilizan para obtener los elementos que servirán en la investigación. Dependiendo del método y modelo de investigación a ejecutar, se pueden utilizar diversas técnicas (p. 192).

El tipo de técnica que a usar es de la observación para la recaudación de elementos de producción de llantas reencauchadas, que se servirán en la observación de la técnica.

### **3.4.2 Instrumento**

Para Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez (2014), Las técnicas e instrumentos de investigación se refieren a procedimientos y herramientas a través de los cuales recopilaremos los datos y la información necesaria para afirmar o comparar nuestras hipótesis de investigación (p. 201).

El instrumento de creación propia que recopilará las variables dependiente e independiente como sus indicadores de las dimensiones empleadas para la presente investigación será la ficha de registro de datos que nos servirá para almacenar datos de nuestras observaciones en la producción de llantas reencauchadas de la empresa Contitread Perú S.A.C.

### **3.4.3. Validez**

Según Hernández y Baptista (2014), La validez sobre una investigación es reflejado por el dominio que un instrumento mide un contenido específico (p. 201). La validez de los instrumentos de medición se realizará mediante el juicio de experto, los cuales serán conformados por tres profesionales de la Universidad Cesar Vallejo.

#### **Juicio de Expertos**

Para el presente proyecto de investigación el juicio de los expertos brindara la autenticidad a los instrumentos que se utilizara para el registro y evaluación de datos. El juicio de experto está constituido por tres profesionales de la universidad César Vallejo, los cuales se encargarán de dar el correcto valor a los instrumentos brindando su confiabilidad y su validez (anexos 2, 3 y 4).

#### **Confiabilidad**

Para Hernández y Baptista (2014), la confiabilidad de un instrumento de medición es la capacidad de desempeñar una función propuesta, en un determinado periodo de tiempo (p. 200). Entonces la confiabilidad se garantiza puesto que se usó datos reales entregados por la empresa de análisis, observaciones que se realizan y las anotaciones en el instrumento de recolección de datos, por lo que será cuantitativa.

### **3.5 Procedimientos**

En este punto se realizarán todas las acciones de igual manera, siguiendo los pasos que se mencionan en el proceso de recolección de elementos confiables, para poder registrar datos con valores similares de acuerdo a condiciones de trabajo semejantes en el área de producción de la compañía Contitread Perú S.A.C.

#### **Procedimientos para la recolección de datos**

Primero se solicita permiso a la empresa Contitread Perú S.A.C., autorización para realizar el presente estudio de investigación, uso de sus datos (formatos de registro, fichas de planificación, registro de su control de asistencias, observación de sus procedimientos e instalaciones y copias firmadas de estos documentos para adjuntar como evidencias en los anexos), con la confirmación del tratamiento de sus datos se realizó un plan para conocer el área de producción, sus procesos e identificar datos para las variables y dimensiones. Por lo que se trabajará en tres partes en coordinación con el administrador de la empresa; **primero** conocer el flujo del proceso de producción, los detalles y actividades que se realizan en ella, los registros que elaboran en cada estación de trabajo a fin de tener conocimiento sólido al momento de la sustentación; **la segunda** parte es identificar los datos que nos ayudaron en el llenado de los instrumentos de recolección de datos (formato de registro del instrumento de recolección de datos), para lo cual el administrador proporcionó los registros del periodo que se mencionó en el punto 3.3, se procede a realizar el análisis de dichos datos; **la tercera** parte comprendió tener los datos confiables para que se realice los cálculos de las variables y sus dimensiones.

Para enfocarse en el análisis la **productividad** presente de la compañía, se utilizará la técnica de observación inmediata en el campo de estudio y como instrumento se usa una ficha de registro de datos – productividad. (Anexo 4),

basándose del total de operarios en el área de estudio y los minutos totales laborados en un día se contara la productividad más los datos proporcionados por la empresa. Por lo que la **eficiencia** se calculó en base al tiempo útil (tiempo útil día se calculó del producto del número de llantas reencauchadas real día por el tiempo estándar, este tiempo estándar fue proporcionado por la empresa); y el tiempo programado día (tiempo programado día se calculó del número de trabajadores por horas laborables en un día por 60 minutos) del cociente de estos dos valores se obtiene la eficiencia en cada día. Para la **eficacia** también resulta de la relación del número de llantas reencauchadas día (este valor se obtiene del formato de registro proporcionado por la empresa) y número de llantas reencauchadas diarios programadas (este valor también fue proporcionado por la empresa de su formato de producción planifica por día); por último la productividad según el marco teórico resulta de la multiplicación de la eficiencia y eficacia. Luego se lleva la información recopilada al formato de registro del instrumento de recolección de datos a una tabulación donde los datos ingresados solo fueron la población, variable y dimensiones (hoja de Excel), posteriormente ser procesados en el software estadístico SPSS versión 25, que su explicación será mejor en el método de análisis de datos.

Para establecer de una manera más clara en estatus presente de la compañía según la metodología **TOC**, se identificara la mayor restricción del proceso productivo a través de la ficha de registro de datos – Cuello de Botella (Anexo 5), analizando cada estación de trabajo para encontrar el mayor cuello de botella o la estación que genera la mayor demora en el proceso. De igual manera se emplea la ficha de registro de datos – Medición de Costos (Anexo 6), para establecer lo costos actuales por estación, pues con estas dos dimensiones del TOC se determina una referencia de inicio para la aumento en la productividad que se plantea en el objetivo general.

### **3.5.1 Situación actual de la empresa**

El propósito que se espera al realizar en este proyecto de investigación, es determinar los principales atoramientos en el proceso general del área de producción de la empresa de estudio, así proponer un mejor orden; analizando los

tiempos y fijar un tiempo estándar para dichos procesos. Buscando de esta manera mejorar la productividad haciendo uso de la teoría de restricciones.

Figura N° 3: Área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C.

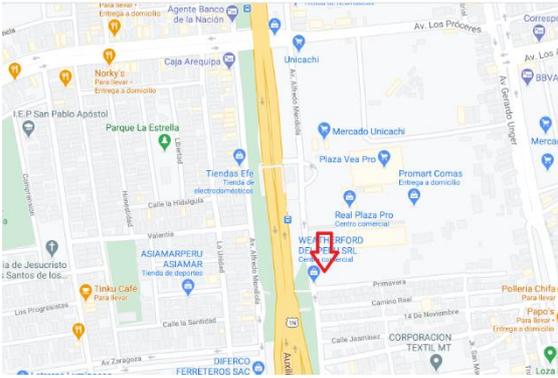


Fuente: Contitread Perú S.A.C.

### **Descripción de la empresa**

Contitread Perú S.A.C., situada en la parte norte de Lima; Av. Alfredo Mendiola Nro. 7904, primera de Pro Industrial, 6to sector San Martín de Porres, Lima – Perú; es una empresa recientemente nueva asociada con la marca de llantas Continental, desde sus inicios de operaciones en junio del 2018. Su rubro es reencauche de llantas usadas. Tiene una producción promedio de 300 llantas mensuales en total, la empresa actualmente viene realizando diversas modificaciones principalmente en el área de producción debido a la gran demanda que ha surgido por parte de sus clientes, como también se han enfocado en aprovechar las nuevas oportunidades de mercado y de esta manera seguir mejorando y aumentar la calidad de sus servicios para la satisfacción de sus clientes.

Figura N°4: Croquis de la empresa Contitread Perú S.A.C.



Fuente: <https://www.google.com/maps/@-11.9405053,-77.0730305,17z>

Tabla N°2: Datos Generales de Contitread Perú S.A.C.

DATOS DE LA EMPRESA	
Razón Social	CONTI TREAD PERU SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
R.U.C.	20604077339
Gerente General	Cesar Hostegui Melgar
Dirección Legal	Av. Alfredo Mendiola Nro. 7904, Pro Industrial 6to Sector
Departamento	Lima
Distrito	San Martín de Porres
Actividad Comercial	Fab. de Cubiertos de Caucho.

Fuente: Conti Tread Perú S.A.C.

### Misión

Somos una empresa joven en brindar el reencauche de neumáticos, promoviendo la seguridad, un costo menor, calidad y empatía con nuestros clientes.

### Visión

Ser la empresa reencauchadora modelo gracias a nuestros procesos para el 2025, identificada por la calidad de sus servicios, técnica y responsabilidad humana de sus colaboradores, y aportando su parte en el cuidado de la reducción de la contaminación y emisiones de CO2.

### Política de la Calidad

El primer objetivo de la compañía es que sus clientes confíen en los servicios que brindan, así sean más que clientes socios estratégicos para su desarrollo corporativo, teniendo como principios la honestidad, la responsabilidad y compromiso de la reducción de la contaminación.

## **Servicio de Reencauche**

Consiste en darle una nueva vida útil a una llanta usada, desgastada o que ya cumplir con su primera etapa de vida útil, específicamente para llantas de tipo radial, empleando principalmente caucho en diversas presentaciones tanto para todo el proceso como también para la nueva banda de rodamiento, para ello la llanta usada pasa por distintas estaciones de trabajo en el área de producción de la empresa de estudio, en la última estación es donde se fusiona la banda de rodamiento con la llanta a través de un equipo (autoclave), el cual a temperaturas elevadas, 3 tipos de presiones internas y un tiempo de ciclo determinado une estos dos elementos, dependiendo de la marca de la llanta esta puede estar diseñada para pasar por este proceso hasta 4 veces, aumentando el ahorro en cada reencauche, por último se cuenta con toda la garantía de la empresa para asegurar estas llantas reencauchadas cumplan con su nueva vida útil.

Figura N°5: Personal del área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C.

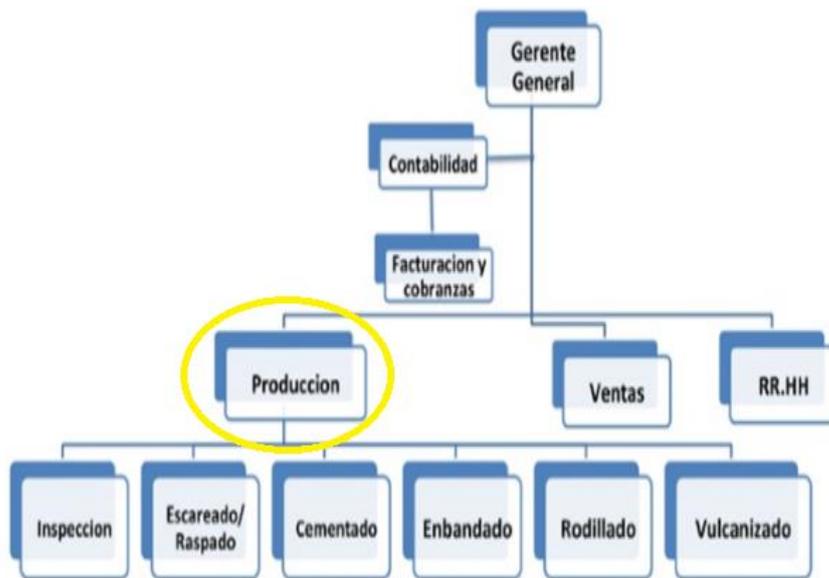


Fuente: Contitread Perú S.A.C.

## **Organigrama**

La empresa Contitread Perú S.A.C., presenta el siguiente organigrama para demostrar cómo se encuentra organizado y estructurados las diversas áreas que comprenden la organización.

Figura N°6: Organigrama de la empresa Contitread Perú S.A.C., área de estudio.



Fuente: Contitread Perú S.A.C.

### Principales Productos

Contitread Perú S.A.C., brinda principalmente el servicio de reencauche de neumáticos de aro 20 hasta aro 24, como también reparaciones de neumáticos nuevos como reencauchados de la misma dimensión de aros mencionados, que se muestran a continuación:

Figura N°7: Principales Productos Contitread Perú S.A.C.



Fuente: Contitread Perú S.A.C.

### Principales Clientes

Contitread Perú S.A.C., cuenta con clientes importantes como: Cruz del Sur, Perú Masivo, Móvil Bus, Tair, Saturno, Ransa Comercial, entre otros.

Figura N° 8: Principales Clientes Contitread Perú S.A.C.



Fuente: Contitread Perú S.A.C.

### **Descripción del área de estudio**

Contitread Perú S.A.C., es una empresa del Grupo San Martín dedica al rubro de transporte, Contitread Perú S.A.C., tiene una línea de producción donde se realiza todo el proceso de reencauche, comenzando con un master de producción donde indicara los datos del cliente y especificaciones para realizar el servicio de reencauche, en toda la línea de producción existen diversa estaciones de trabajo en las cuales se realiza operaciones distintas, y tiene que terminar la estación anterior para seguir con la siguiente estación, es una secuencia de pasos hasta obtener el producto final que es el neumático reencauchado, para seguir creciendo la empresa tiene que buscar ser más competitiva en el mercado, reduciendo sus costos, brindando una mejor calidad, y acortando los tiempos de entrega, todo ello se resume en aumentar su productividad a nivel del área de producción.

Tienen una cartera amplia de clientes los cuales, hasta el momento no tienen quejas del producto, como toda empresa de producción existe el porcentaje de productos defectuosos el cual en Contitread Perú S.A.C., es de 1% por cada 100 neumáticos reencauchados y entregados, su mercado principal son las flotas de transporte, empresa logística con flotas de vehículos, empresas del sector minero, como también empresas de transporte público.

En el área de estudio se generan demoras en estaciones específicas, denominadas cuello de botella, por lo que la metodología TOC, ayudara a eliminar las principales retiraciones en la línea a fin de obtener un mayor flujo en estas estaciones de trabajo.

**Evidencias de los problemas descritos en el Ishikawa:**

Figura N°9: Personal no capacitado y sin implementos de seguridad del área de producción de Contitread Perú S.A.C.



Fuente: Contitread Perú S.A.C.

Figura N°10: Desorden en el área de producción de Contitread Perú S.A.C.



Fuente: Contitread Perú S.A.C.

Figura N°11: No cuenta con un plan de trabajo, desorganización, insuficiente supervisión del área de producción de Contitread Perú S.A.C.



Fuente: Contitread Perú S.A.C.

Figura N°12: Cuellos de botella, retrasos en la línea de producción del área de producción de Contitread Perú S.A.C.



Fuente: Contitread Perú S.A.C.

### 3.5.3 Indicadores de la Productividad actual (*Pre-test*)

#### Eficiencia actual (*Pre-test*)

Tabla N°3: Eficiencia del área de producción de Contitread Perú S.A.C., 2020.

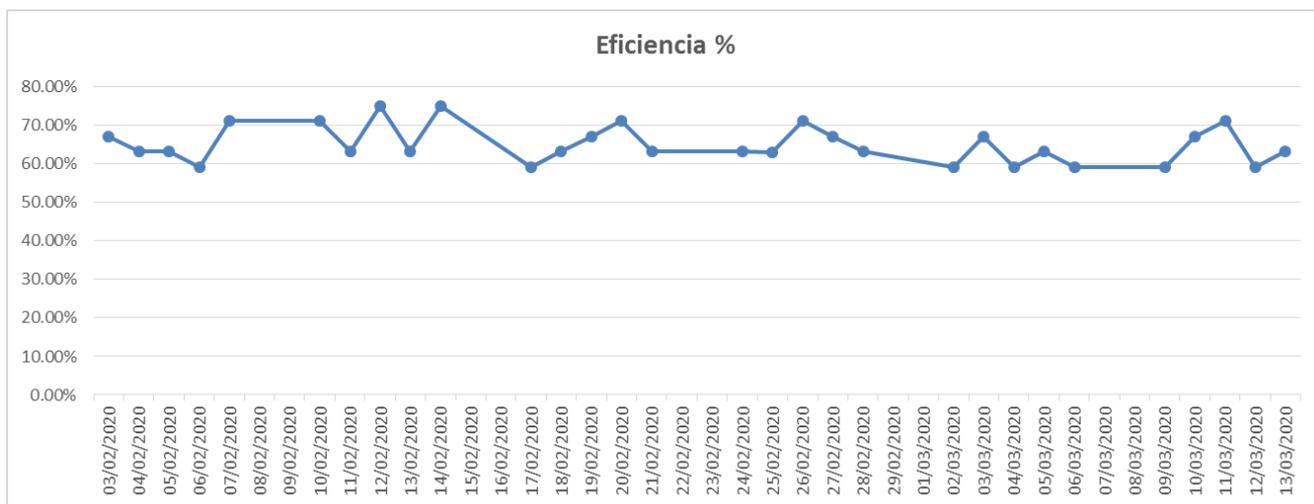
FORMATO DE REGISTRO EFICIENCIA - INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
EMPRESA		CONTITREAD PERU SAC		
ÁREA		PRODUCCIÓN		
Número de días (N)	Fecha de Producción (D)	TPD	TUD	EF=(TUD/TPD) x
		Tiempo Programado por día (minutos)	Tiempo Útil por día (minutos)	Eficiencia %
1	03/02/2020	2400.00	1612	67.17%
2	04/02/2020	2400.00	1517	63.20%
3	05/02/2020	2400.00	1517	63.20%
4	06/02/2020	2400.00	1422	59.24%
5	07/02/2020	2400.00	1707	71.13%
6	10/02/2020	2400.00	1707	71.13%
7	11/02/2020	2400.00	1517	63.20%
8	12/02/2020	2400.00	1802	75.09%
9	13/02/2020	2400.00	1517	63.20%
10	14/02/2020	2400.00	1802	75.09%
11	17/02/2020	2400.00	1422	59.24%
12	18/02/2020	2400.00	1517	63.20%
13	19/02/2020	2400.00	1612	67.17%
14	20/02/2020	2400.00	1707	71.13%
15	21/02/2020	2400.00	1517	63.20%
16	24/02/2020	2400.00	1517	63.20%
17	25/02/2020	2400.00	1512	63.00%
18	26/02/2020	2400.00	1707	71.13%
19	27/02/2020	2400.00	1612	67.17%
20	28/02/2020	2400.00	1517	63.20%
21	02/03/2020	2400.00	1422	59.24%
22	03/03/2020	2400.00	1612	67.17%
23	04/03/2020	2400.00	1422	59.24%
24	05/03/2020	2400.00	1517	63.20%
25	06/03/2020	2400.00	1422	59.24%
26	09/03/2020	2400.00	1422	59.24%
27	10/03/2020	2400.00	1612	67.17%
28	11/03/2020	2400.00	1707	71.13%
29	12/03/2020	2400.00	1422	59.24%
30	13/03/2020	2400.00	1517	63.20%

- N: Número de días (N)  
D: Fecha de Producción (D)  
TPD: Tiempo Programado por día (minutos)  
TUD: Tiempo Útil por día (minutos)  
EF: Eficiencia (%)

Fuente: Elaboración propia

Entonces en la determinación de la eficiencia se puede observar en la tabla 3, los diferentes tiempos diarios de la producción en base a 30 días laborables, logrando una eficiencia promedio de 72.14% comprendidos.

Figura N°13: Evolución de la Eficiencia del área de producción de Contitread Perú S.A.C. 2020.



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 13, podemos observar cómo se está comportando de la eficiencia del área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., correspondiente al mes de febrero del año 2020, el cual se puede ver que varía entre 59.24% y 75.09%.

#### **Eficacia actual (*Pre-test*)**

Tabla N°4: Eficacia del área de producción de Contitread Perú S.A.C. 2020.

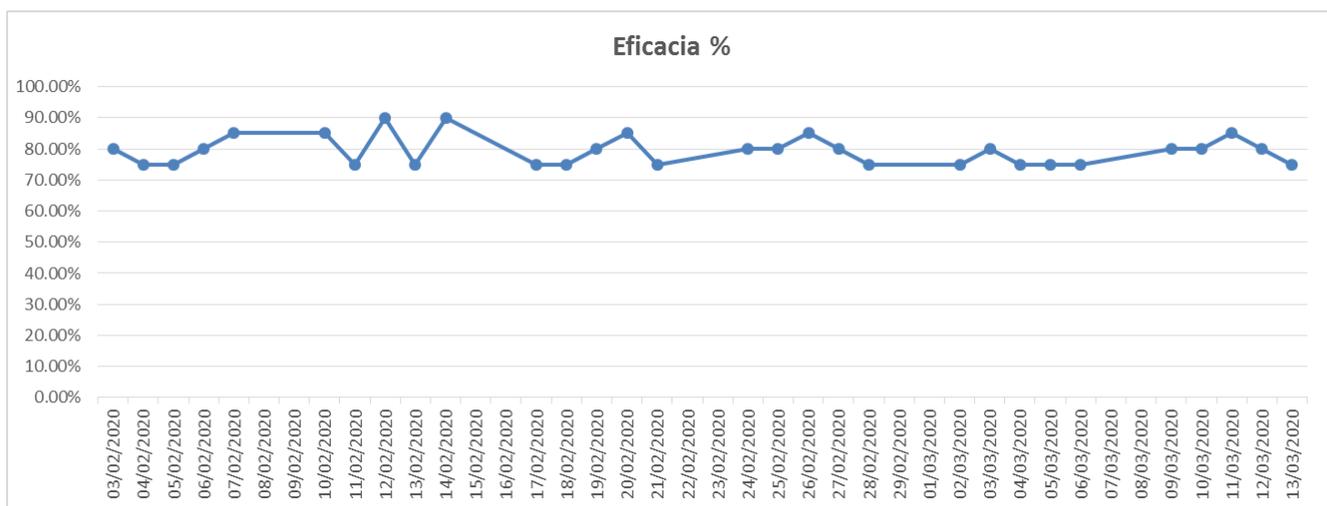
FORMATO DE REGISTRO EFICACIA - INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
EMPRESA		CONTITREAD PERU SAC		
ÁREA		PRODUCCIÓN		
Número de días (N)	Fecha de Producción (D)	LPRD	LRRD	EFA=(LRRDD/LPR)
		Llantas programadas reencauchadas por día. (unidades)	Llantas reencauchadas real del día	Eficacia %
1	03/02/2020	20.00	16.00	80.00%
2	04/02/2020	20.00	15.00	75.00%
3	05/02/2020	20.00	15.00	75.00%
4	06/02/2020	20.00	16.00	80.00%
5	07/02/2020	20.00	17.00	85.00%
6	10/02/2020	20.00	17.00	85.00%
7	11/02/2020	20.00	15.00	75.00%
8	12/02/2020	20.00	18.00	90.00%
9	13/02/2020	20.00	15.00	75.00%
10	14/02/2020	20.00	18.00	90.00%
11	17/02/2020	20.00	15.00	75.00%
12	18/02/2020	20.00	15.00	75.00%
13	19/02/2020	20.00	16.00	80.00%
14	20/02/2020	20.00	17.00	85.00%
15	21/02/2020	20.00	15.00	75.00%
16	24/02/2020	20.00	16.00	80.00%
17	25/02/2020	20.00	16.00	80.00%
18	26/02/2020	20.00	17.00	85.00%
19	27/02/2020	20.00	16.00	80.00%
20	28/02/2020	20.00	15.00	75.00%
21	02/03/2020	20.00	15.00	75.00%
22	03/03/2020	20.00	16.00	80.00%
23	04/03/2020	20.00	15.00	75.00%
24	05/03/2020	20.00	15.00	75.00%
25	06/03/2020	20.00	15.00	75.00%
26	09/03/2020	20.00	16.00	80.00%
27	10/03/2020	20.00	16.00	80.00%
28	11/03/2020	20.00	17.00	85.00%
29	12/03/2020	20.00	16.00	80.00%
30	13/03/2020	20.00	15.00	75.00%

N: Número de días (N)  
D: Fecha de Producción (D)  
LRRD: Llantas reencauchadas real del día (unidades)  
LPRD: Llantas programadas reencauchadas por día. (unidades)  
EFA: Eficacia (%)

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los datos para obtener la eficacia en la tabla 4, se logra una eficacia promedio del área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., de 69% correspondiente a 30 días laborables.

Figura N°14: Evolución de la Eficacia del área de producción de Contitread Perú S.A.C. 2020.



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 14, se muestra como es el comportamiento de la eficacia del área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., en los días de febrero y marzo del año 2020, el cual se puede ver que varía entre 62.00% y 73.00%.

### Productividad actual (*Pre-test*)

Tabla N°5: Productividad del área de producción de Contitread Perú S.A.C. 2020.

**FORMATO DE REGISTRO PRODUCTIVIDAD- INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Número de días (N)	Fecha de Producción (D)	LPRD	LRRD	TPD	TUD	EF=(TUD/TPD) x 100%	EFA=(LRRDD/LPRD) x 100%	EF x EFA
		Llantas programadas reencauchadas por día. (unidades)	Llantas reencauchadas real del día (unidades)	Tiempo Programado por día (minutos)	Tiempo Útil por día (minutos)	Eficiencia %	Eficacia %	Productividad %
1	03/02/2020	20.00	16.00	2400.00	1612.00	67.17%	80.00%	53.73%
2	04/02/2020	20.00	15.00	2400.00	1516.90	63.20%	75.00%	47.40%
3	05/02/2020	20.00	15.00	2400.00	1516.90	63.20%	75.00%	47.40%
4	06/02/2020	20.00	16.00	2400.00	1421.80	59.24%	80.00%	47.39%
5	07/02/2020	20.00	17.00	2400.00	1707.10	71.13%	85.00%	60.46%
6	10/02/2020	20.00	17.00	2400.00	1707.10	71.13%	85.00%	60.46%
7	11/02/2020	20.00	15.00	2400.00	1516.90	63.20%	75.00%	47.40%
8	12/02/2020	20.00	18.00	2400.00	1802.20	75.09%	90.00%	67.58%
9	13/02/2020	20.00	15.00	2400.00	1516.90	63.20%	75.00%	47.40%
10	14/02/2020	20.00	18.00	2400.00	1802.20	75.09%	90.00%	67.58%
11	17/02/2020	20.00	15.00	2400.00	1421.80	59.24%	75.00%	44.43%
12	18/02/2020	20.00	15.00	2400.00	1516.90	63.20%	75.00%	47.40%
13	19/02/2020	20.00	16.00	2400.00	1612.00	67.17%	80.00%	53.73%
14	20/02/2020	20.00	17.00	2400.00	1707.10	71.13%	85.00%	60.46%
15	21/02/2020	20.00	15.00	2400.00	1516.90	63.20%	75.00%	47.40%
16	24/02/2020	20.00	16.00	2400.00	1516.90	63.20%	80.00%	50.56%
17	25/02/2020	20.00	16.00	2400.00	1512.00	63.00%	80.00%	50.40%
18	26/02/2020	20.00	17.00	2400.00	1707.10	71.13%	85.00%	60.46%
19	27/02/2020	20.00	16.00	2400.00	1612.00	67.17%	80.00%	53.73%
20	28/02/2020	20.00	15.00	2400.00	1516.90	63.20%	75.00%	47.40%
21	02/03/2020	20.00	15.00	2400.00	1421.80	59.24%	75.00%	44.43%
22	03/03/2020	20.00	16.00	2400.00	1612.00	67.17%	80.00%	53.73%
23	04/03/2020	20.00	15.00	2400.00	1421.80	59.24%	75.00%	44.43%
24	05/03/2020	20.00	15.00	2400.00	1516.90	63.20%	75.00%	47.40%
25	06/03/2020	20.00	15.00	2400.00	1421.80	59.24%	75.00%	44.43%
26	09/03/2020	20.00	16.00	2400.00	1421.80	59.24%	80.00%	47.39%
27	10/03/2020	20.00	16.00	2400.00	1612.00	67.17%	80.00%	53.73%
28	11/03/2020	20.00	17.00	2400.00	1707.10	71.13%	85.00%	60.46%
29	12/03/2020	20.00	16.00	2400.00	1421.80	59.24%	80.00%	47.39%
30	13/03/2020	20.00	15.00	2400.00	1516.90	63.20%	75.00%	47.40%

- N: Número de días (N)
- D: Fecha de Producción (D)
- TPD: Tiempo Programado por día (minutos)
- TUD: Tiempo Útil por día (minutos)
- LRRD: Llantas reencauchadas real del día (unidades)
- LPRD: Llantas programadas reencauchadas por día. (unidades)
- EF: Eficiencia (%)
- EFA: Eficacia (%)
- P: Productividad (%)

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 5, se puede apreciar que la productividad promedio del *Pre – Test* alcanza un 50.04% en el mes de febrero y marzo del 2020 del área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., como nos indica es necesario realizar inmediatamente correcciones en el proceso para mejorar esta cifra.

Figura N°15: Evolución de la Productividad del área de producción de Contitread Perú S.A.C. 2020.



Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia en el grafico la evolución de la productividad en la figura 15, en donde se observa el comportamiento que va desde el 44.43% a 67.58% mostrando que no se cumple la producción estimada a realizar, debido a los problemas de tiempo, atoramientos en las distintas estaciones de trabajo.

Tabla N°6: Promedio de productividad y sus dimensiones luego del *pre-test* del área de producción de Contitread Perú S.A.C. 2020.

PRODUCTIVIDAD PRE TEST	
INDICADOR	PROMEDIO %
Productividad %	50.04%
Eficiencia %	72.14%
Eficacia %	69.00%

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.2 Propuesta de Mejora

En la empresa Contitread Perú S.A.C., se identificaron las causas principales de la baja productividad que se detallan en el diagrama de Ishikawa (grafico N°1), atacando la mayores restricciones del área de precisión, por ello se recolectó la información para realizar la investigación, se determinó que la mejor alternativa para estos inconvenientes es aplicar la teoría de restricciones (TOC).

Entonces se cumplirá la secuencia con la proporción del aumento que se debe seguir a través de un DAP (diagrama de análisis de proceso) para cada estación de trabajo, el cual será supervisado diariamente y de esta manera garantizar que se esté cumpliendo, hasta que los operarios del área de producción estén totalmente familiarizados con las mejoras propuestas por cada estación de trabajo y ejecuten habitualmente, dando las indicaciones correspondiente al jefe de planta, así como al personal que realiza las actividades para que se mantenga en el tiempo, complementando con el último paso del TOC, el cual indica volver a identificar la mayor restricción, y de esta manera tener un ciclo de mejora continua.

### **Cronograma de actividades del proyecto de investigación**

Se realizó un cronograma de etapas desde el principio de la investigación hasta la culminación del mismo (ver anexo 6).

### **3.5.3 Implementación de la mejora**

#### **APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES**

##### **Restricciones del proceso productivo del área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C.**

Entonces se tiene que identificar las principales restricciones de manera general en el área de estudio, anteriormente se había realizado una lista de factores que dificultan o retrasan el proceso de producción (ver diagrama de Pareto, figura 2) conjuntamente con los investigadores y el administrador de la empresa Contitread Perú S.A.C., por otro punto tenemos que tener claro los límites que la empresa tiene con respecto al número de llantas reencauchadas por día y el nivel de destreza de los operarios en el cada estación de trabajo, que realizan en proceso de reencauche de llantas

Luego de las aclaraciones realizadas por el encargado de la administración de la empresa de estudio, indico que tiene distintos problemas existentes pero por falta de tiempo y conocimientos profesionales no tiene un control o solución ascendente a estos limitantes en la línea de proceso productivo, por consiguiente se general distintas demoras o retrasos en las estaciones de trabajo, también se mencionó el tema de las capacitaciones tanto al personal administrativo como el

operativo que no se les capacita en sus funciones, como consecuencia las demoras van creciendo aún más, con ello ya se puede reflejar o tener una idea de los principales problemas que aquejan al área de estudio.

TABLA 7: “Resumen de problemas de restricciones en producción en la empresa Contitread Perú S.A.C.”

Lista de Problemas	Frecuencia	%	% Acumulado	Pareto
Demora o retrasos en el proceso productivo	15	24.19%	24.19%	A
Desorganización y desorden en el área de producción	14	22.58%	46.77%	A
Falta de capacitación al personal del área de producción	13	20.97%	67.74%	A
Falta de supervisión	11	17.74%	85.48%	B
Procedimientos no existen	1	1.61%	87.10%	B
Maquinaria desactualizada	3	4.84%	91.94%	B
No se registran los errores o defectos en la línea de producción	2	3.23%	95.16%	C
No se cuenta con un plan de mantenimiento	3	4.84%	100.00%	C
TOTAL	62	100.00%		

Fuente: Figura 1 y 2.

A través del diagrama Ishikawa y el de Pareto, se logra jerarquizar los principales problemas en el área de producción de forma descendente, como se observa en el cuadro anterior dividió por el método del ABC tenemos los tres principales problemas y que generan las restricciones mayores en el proceso, están son en primero lugar con el 24.19% la demora, con el 22.58% desorden y con el 20.97% personal no capacitado

**Identificar la restricción (primer paso del TOC):**

Ahora como nos menciona el autor en la teoría, Goldratt (2009) en su metodología indica 5 pasos para eliminar la mayor restricción de un determinado proceso, entonces en el primer paso el objetivo es identificar todas las restricciones y de todas ellas reconocer a la mayor de todo el sistema, la presente investigación se respaldó de los datos obtenidos y recolectados en todos los formatos indicados previamente, con ello poder identificar las mayores restricciones y obviamente la mayor de todas con esto definir el primer paso del TOC el cual indica es reconocer específicamente al mayor limitante del proceso productivo de llantas reencauchadas, como resultado se obtuvo las tres restricciones más relevantes, y se describen en el siguiente cuadro:

TABLA 8: “Identificación de las restricciones en producción Empresa Contitread Perú S.A.C. 2021”

RESTRICCIONES
Demora o retrasos en el proceso productivo
Desorganización y desorden en el área de producción
Falta de capacitación al personal del área de producción

Fuente: Elaboración propia.

### Explotación de restricciones (segundo paso del TOC):

#### Primera restricción: Retrasos en los procesos (Cuello de botella)

Los retrasos en su mayoría son por demoras de tiempo, para tomar decisiones para solucionar esta restricción, lo principal es conocer el tiempo de ciclo por una llanta reencauchada, dentro de todo el proceso, y encontrar en que estación de trabajo se tiene dos puntos importantes el mayor tiempo y mayores actividades que no aportan valor.

Por medio del tiempo estándar (ver anexos), previamente se realizó el diagrama de Pareto para los tiempos por cada estación de trabajo para poder identificar cuales tiempos mayor tiempo u ocupan más tiempo en el proceso productivo, como se puede ver en el siguiente cuadro.

TABLA 9: “Resumen del tiempo de áreas del proceso productivo en la Empresa Contitread Perú S.A.C.”

RESUMEN DE TIEMPO ESTANDAR POR ESTACIÓN DE TRABAJO		
ESTACIÓN DE TRABAJO	TIEMPO ESTANDAR (MIN)	%
<b>ESCARIADO</b>	<b>28.47</b>	<b>23.83%</b>
<b>REPARACION</b>	<b>26.34</b>	<b>22.05%</b>
VULCANIZACION	15.45	12.93%
RELLENADO	9.56	8.00%
EMBANDADO	7.24	6.06%
RASPADO	6.86	5.74%
CORTE DE BANDA	6.23	5.21%
INSPECCION INICIAL	4.79	4.01%
INSPECCION FINAL	3.89	3.26%

ROLADO	3.56	2.98%
PINTURA Y ALMACENAMIENTO	3.24	2.71%
CEMENTADO	2.34	1.96%
LIMPIEZA	1.51	1.26%
<b>TOTAL</b>	<b>119.48</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Las estaciones de trabajo que presentan un valor más elevado en cuanto a tiempo por unidad de llanta reencauchada son la de Escariado y Reparación, son donde se restringen la fluidez del proceso.

El primer punto fue hallar la estación de mayor tiempo en todo el proceso, ahora procede saber cuáles son las estaciones que tienen mayores actividades improductivas o que no aportan valor al proceso, por medio de un diagrama de Pareto se obtuvieron los elementos como resultados detallados a continuación:

TABLA 10: “Resumen del Actividades Improductivas de las estaciones de trabajo del área de producción del proceso productivo en la Empresa Contitread Perú S.A.C.”

<b>RESUMEN DE ACTIVIDADES IMPRODUCTIVAS POR ESTACIÓN DE TRABAJO</b>		
<b>ESTACIÓN DE TRABAJO</b>	<b>ACTIVIDADES IMPRODUCTIVAS</b>	<b>%</b>
<b>ESCARIADO</b>	<b>13</b>	<b>17.81%</b>
<b>REPARACIÓN</b>	<b>12</b>	<b>16.44%</b>
VULCANIZACION	8	10.96%
RASPADO	6	8.22%
CORTE DE BANDA	6	8.22%
INSPECCION INICIAL	5	6.85%
RELLENADO	5	6.85%
INSPECCION FINAL	4	5.48%
LIMPIEZA	3	4.11%
CEMENTADO	3	4.11%
EMBANDADO	3	4.11%
PINTURA Y ALMACENAMIENTO	3	4.11%
ROLADO	2	2.74%
<b>TOTAL</b>	<b>73</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia.

La estación de trabajo en el área de producción luego del estudio reflejo que las actividades improductivas son de Escariado y Reparación. Estas actividades que no aportan valor en su mayoría con traslados innecesarios, constante requerimiento de consumibles en estas dos estaciones.

Como se observa de la tabla 9 y 10 mostradas anteriormente, se puede concluir que la restricción mayor en la línea de producción de reencauche de llantas de la compañía Contitread Perú S.A.C., es la estación de Escariado, la cual ahora se evaluara a profundidad para reducir los retrasos de tiempo.

Por medio de un análisis de observación en las operaciones de la estación de Escariado, en la tabla 18 se identificó sustancialmente los transportes innecesarios, como apoyar por un periodo pequeño de tiempo al operario en esta estación con el fin de liberar el flujo de llantas, para este caso será el operario de corte de banda fue designado para apoyar en esta estación de mayor restricción. También se trabaja con la técnica de los 5 ¿Por qué?, para analizar con más detalle los retrasos en esta estación y ver que otros factores influyen en su demora.

Esta técnica consiste en preguntar por qué sucede un problema e identificar una determinada causa, y así hasta llegar a una donde se pueda trabajar a fin de solucionar este problema, preguntando cinco veces ¿Por qué? (Carpentier, 2013).

Por ello a continuación se usa esta técnica para tener más detalles porque se tiene este problema en la estación específica de escariado, la cual es los transportes innecesarios.

Tabla 11: Técnica de los 5 ¿Por qué? Empresa Contitread Perú S.A.C. – Problema Transportes Innecesarios y demoras.

CAUSA CRITICA	¿Por Qué?	¿Por Qué?	¿Por Qué?	¿Por Qué?	¿Por Qué?	SOLUCIÓN
Transportes innecesarios	Desabastecimiento de Material	Incumplimiento de material	Falta de Stock	Falta de Inspección/control	Traslados hacia otras estaciones de trabajo por material de trabajo	Reducción de tiempos de las actividades

Fuente: Elaboración Propia.

Como indica la tabla 11 anterior existen transportes innecesarios que no aportan valor a la actividad de escariado, principalmente por materiales que tiene que usar,

y estos a su vez a veces faltan en el stock o tiene que traer de estaciones cercanas que si cuentan con este material de trabajo para escariado.

**Segunda restricción: Desorganización y Desorden en el área de trabajo:**

De acuerdo a las observaciones en el tiempo de estudio previo antes de la implementación, se identificó desorden desde la llegada de las llantas en el punto de acopio, como en cada estación de trabajo, como también la limpieza en un hábito poco practicado luego de acabar las actividades o labores diarias, como poca o casi nula identificación de las herramientas para cada estación de trabajo. Todo esto influye considerablemente en el proceso productivo, impidiendo identificación de materiales y herramientas.

En este caso también se usara la técnica de los 5 ¿Por qué?, para poder identificar minuciosamente porque sucede este desorden en el área de producción.

Tabla 12: Técnica de los 5 ¿Por qué? Empresa Contitread Perú S.A.C. – Problema Desorganización y Desorden.

CAUSA CRITICA	¿Por Qué?	¿Por Qué?	¿Por Qué?	¿Por Qué?	¿Por Qué?	SOLUCIÓN
Desorganización y Desorden	Desconocimiento de Material existente en el área	Falta de revisión por el Jefe de Producción	Falta de Disponibilidad de tiempo	Falta de coordinación	Falta de una metodología de trabajo de mejora continua	Aplicación de las 5's

Fuente: Elaboración propia.

Como solución de la técnica aplicada en el cuadro (tabla 12) anterior, refleja que hay desconocimiento de metodologías para soluciones como el desorden, excusas como falta de tiempo para realizar más limpieza y orden, entonces lo adecuado para ayudar a esta restricción es ejecutar la metodología de las 5'S como alternativa de mejora en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C.

**Tercera restricción: Falta de Capacitaciones en el Área**

Mediante la encuesta aplicada para hallar las restricciones, suscitó como tercera restricción a la falta de capacitaciones y que es realmente indispensable para poder mejorar la productividad, en donde para que una empresa sea más competitiva es necesario que los colaboradores que son el entre funcional de la

organización estén preparados y aportar al desarrollo de la empresa; para esta restricción se planteó la propuesta de un cronograma de capacitaciones, con la finalidad de que se aborden temas relacionados con la actividades que realizan los trabajadores.

Como indica Goldratt, en el TOC, para explotar la restricción de debe mejorar la capacidad productiva, sin necesidad de invertir o financiar, en pocas palabras se debe explotar el mayor cuello de botella con los mismos recursos actuales.

### **Subordinar la restricción (tercer paso del TOC):**

Según Goldratt en paso número tres de la teoría del TOC, lo resumen con que los demás elementos que no son la restricción trabajen para ayudar a la restricción y deje de serlo, en simplemente avisar quien es limitante y todos lo ayuden a dejar de serlo, en pocas palabras trabajar para la restricción, esto se manifiesta mejor en siguiente paso que es elevar la restricción.

### **Elevar la restricción (cuarto paso del TOC):**

Luego de las propuestas de soluciones mencionadas anteriormente, todas ellas se deben plasmar en este punto, por ello en los siguientes tres puntos se resumen las propuestas para los problemas evidenciados anteriormente:

- a) Para reducir las demoras en la producción reflejándose en la supresión de tiempos muertos es necesario que un operario apoye en la estación de escario con el fin de ayudar trabajando los daños menores y en los más graves aproximar para que luego el operario de esta estación solo realice el acabado, se entiende con este aporte se reducirán los tiempos específicamente en esta estación de trabajo, expresadas actividades que no generaban valor.
- b) Para el problema de la desorganización y desorden se emplea la metodología de las 5'S, y esto refleje un mejor flujo en el proceso.
- c) Para la tercera restricción se propuso el planteamiento de un cronograma de capacitaciones indispensable para la formación de los trabajadores.

Estas soluciones están mostradas a continuación:

## Implementación solución 1: Reducción de tiempos muertos

Podemos apreciar en el esquema de análisis de la estación de escariado (ver anexos figura: Fig. 10), la disminución de tiempos innecesarios mediante la eliminación de actividades improductivas y apoyo de un operario con las capacidades para realizar las actividades en esta estación por 3 a 4 horas de su jornada laboral diaria.

Antes:

El operario de escariado trasladaba de manera constante sus herramientas, sus consumibles, realizar las excavaciones iniciales a las llantas, tiene que cambiar accesorios ocasionando el aumento de las demoras y retrasos, hasta paradas innecesarias, esto lamentablemente retrasa el flujo de llantas a la siguiente estación de trabajo (ver figura 13: “Fotografía de la estación de escariado – Antes”).

Figura 16: Estación escariado – Antes.



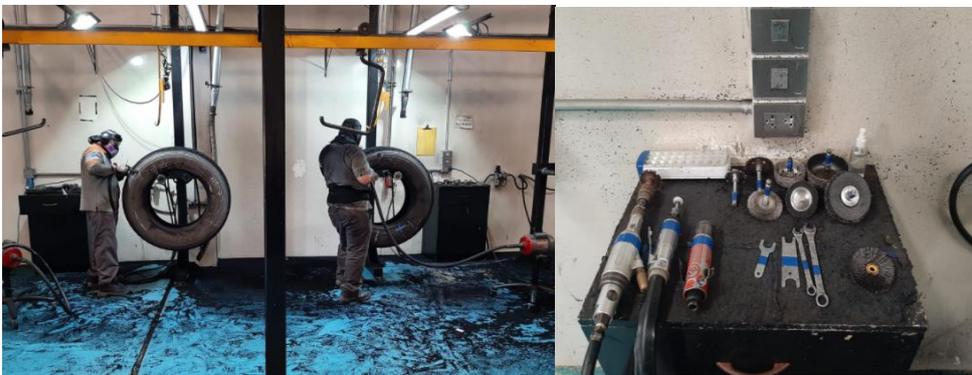
Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – Febrero 2021.

Después:

Se dispuso un operario apoye por 3 a 4 horas diarias esta estación de escariado trabajando en las averías de las llantas en actividades menores, o de menos precisión, también aproximando daños graves para que luego el operario experto de esta estación las concluya, ayudando en reducir tiempo por llanta por esta estación de trabajo, los tiempos de transporte innecesarios se reducen luego de realizar un inventario en todo el área de producción e identificar las herramientas

colocando cinta aislante de un color determinado para cada estación, así cada herramienta de acuerdo a su color estará en su estación de trabajo, reduciendo significativamente tiempos improductivos de transporte por buscar las herramientas que se transportaban de distintas estaciones de trabajo.

Figura 17: Estación de escariado – Después.



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – Marzo 2021.

Luego del apoyo del operario por 3 a 4 horas realizando actividades menores o menor precisión en la estación de escariado, inventario de herramientas e identificación por colores para cada estación, acercar los consumibles más usados para disminuir el traslado, para las actividades de la estación de trabajo de escariado cambió por ende el porcentaje de actividades improductivas como los tiempos se vieron en una tendencia a bajar respecto a sus tiempos anteriores, por ello se tenía que realizar un nuevo DAP para ver claramente que actividades se eliminaron y cuales agregaron valor, solo las actividades que realiza el operario de escariado.

#### **5.1.4.1.1. Diagrama hombre - hombre:**

Luego de que se adecuó las mejoras indicadas en los párrafos anteriores específicamente la solución 1 (reducir tiempos improductivos) en la estación de trabajo que representa la mayor restricción de todas las estaciones de trabajo, se efectuó un diagrama hombre – hombre para observar tangiblemente las actividades que desarrolla el operario de escariado como el que ahora lo ayudara en puntos menores de esta estación, Las muestras de tiempos para determinar un tiempo estándar se realizarán cuando se implemente y adecuó las 5's como igual todas las capacitaciones programadas en un cuadro mas adelante.

Tabla 13: “Comparación del tiempo ciclo de las actividades del área de producción de reencauche de la empresa Contitread Perú S.A.C.”

ÁREA DE PRODUCCIÓN POR UNIDAD	
TIEMPO DE CICLO ANTES	TIEMPO DE CICLO DESPUES
28.47	22.45
100.00%	78.85%

Fuente: tabla 10 y tabla 21.

Interpretación: Con las implementación realizadas, las actividades del operario de escariado con el ayudante tiene un tiempo ciclo de 22.45 minutos, mientras que antes el operario de escariado tenía un tiempo ciclo de 28.47 minutos, es decir que los tiempos redujeron en un 21.15%, es decir 6.02 minutos.

### **Implementación 2: Aplicación de las 5'S:**

Como se tiene un segundo problema de desorden y desorganización, se opta por aplicar de formar básica y lo más entendible posible para los operarios de planta, este problema afecta tanto a los materiales que se usan, consumibles en cada estación, herramientas de trabajo y hasta implementos de seguridad, a todo esto se pretende eliminar lo que no sirve, ordenar y estandarizar herramientas por estación, limpieza a fin de reducir las demoras existentes en el área de producción de reencauche de llantas, como toda metodología se pretende lograr los mejores resultados luego de que todos comprendan la importancia de las 5´s.

Entonces implementaremos seguidamente una forma de adecuar esta metodología de las 5´S según el autor Dorbessan (2006) en su libro Las 5S, Herramientas de cambio, con la finalidad de que guía los pasos a seguir en toda la organización, las cuales son:

**Seiri – clasificación:** Se empezó con la implementación de un listado donde se evaluó el estado actual de la empresa en estudio, también se retiró todo lo que no sirve o ya se entiende que es un elemento que ya no es adecuado para la estación de trabajo.

Los efectos obtenidos en el inicio de la evaluación muestran que la empresa desde sus inicios no tuvo ninguna política de trabajo u método de mejora en las funciones de los trabajadores del área de producción, por ello cada mínima herramienta de

ingeniería ayuda a mejorar los puntos débiles del proceso, en este caso las demoras y retrasos.

Se constituye que se delimitan varias deficiencias en toda la empresa por lo que impiden la mejora o aumento de la productividad en el área del proceso productivo.

### **Seiton – Ordenar:**

Luego de una previa evaluación se vio la mejor manera de ordenar cada estación de trabajo, estación por estación de trabajo generando una mejor imagen visual para una posterior capacitación a los operarios para que puedan seguir con esta metodología, estas capacitaciones se mostraran más adelante, se muestran a continuación:

### **Acopio/recepción de llantas (situación Antes).**

Las llantas que llegan para realizar el servicio de reencauche, primero se acopian en los exteriores de la planta, como se observa antes no había orden, no existía identificación por clientes, solo se descargaban las llantas y se colocaban donde había un espacio.

Figura 18: Acopio/recepción de llantas (situación antes).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – Febrero 2021.

### **Acopio/recepción de llantas (situación Actual).**

Se dispuso a la llegada de las llantas, se coloquen en filas, y se hagan espacios entre filas para diferenciar las llantas de cada cliente.

Figura 19: Acopio/recepción de llantas (situación Actual).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – Marzo 2021.

### **Estación de Inspección Inicial (situación antes).**

En esta estación como en las siguientes, se observa el desorden de las herramientas principalmente e identificación de estas, así como los formatos usados no se tienen en orden o en su lugar.

Figura 20: Estación de Inspección Inicial (situación antes).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – Febrero 2021.

### **Estación de Inspección Inicial (situación Actual).**

Se realizó un inventario de las herramientas, e identificación por un color que se explicara en la estandarización, para todos sepan estas herramientas pertenecen a esta estación, como indico los formatos deben esta ordenados y guardados luego de usar, y por último se identificó la estación con un letrero.

Figura 21: Estación de Inspección Inicial (situación Actual).

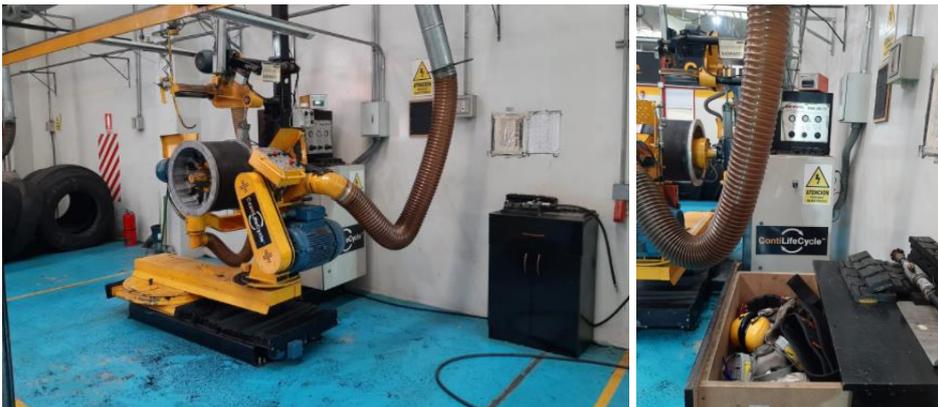


Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – Marzo 2021.

### **Estación de Raspado (situación Antes).**

Esta estación también tenía un desorden en sus herramientas, desorden con los moldes que se usan para la revisión del ancho de raspado, como las actividades que se realizan, en esta estación.

Figura 22: Estación de Raspado (situación Antes).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – Febrero 2021.

### **Estación de Raspado (situación Actual).**

Para mejorar el orden en esta estación, se realizó un inventario de herramientas, a estas se les coloca una cinta aislante de acuerdo al color que le corresponde, de acuerdo a la estandarización de colores que más adelante se detalla, así como la limpieza periódica que también se detalla en puntos posteriores, como también la identificación de la estación con un letrero.

Figura 23: Estación de Raspado (situación Actual).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – Marzo 2021.

### **Estación de Escariado (situación Antes).**

Esta estación, tiene productos consumibles que tienen mayor rotación, por ello estos materiales consumibles están en desorden, como sucede en todas las estaciones sus herramientas, así como las mangueras neumáticas que se usan.

Figura 24: Estación de Escariado (situación Antes).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – Febrero 2021.

### **Estación de Escariado (situación Actual).**

Lo primero fue realizar un inventario, para realizar el orden en esta estación, identificación de la estación, rotulado de las herramientas de acuerdo a su color, y capacitaciones en limpieza y orden para se mantenga y mejore con el tiempo.

Figura 25: Estación de Escariado (situación Actual).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – Marzo 2021.

### **Estación de Reparación (situación Antes).**

Esta estación usa parches, por ello tiene varios parches en mesa pues no cuenta con espacio, también sus herramientas o están en su estación u otra pues todos usan lo que tienen a la mano.

Figura 26: Estación de Reparación (situación Antes).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – Febrero 2021.

### **Estación de Reparación (situación Actual).**

Aquí se trabajó igual como en todas las estaciones, primero fue inventariar las herramientas, e identificar los parches que se usan más, como identificar la estación, y poner cinta aislante del color que le corresponde a sus herramientas.

Figura 27: Estación de Reparación (situación Actual).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – Marzo 2021.

### **Estación de Corte de Banda (situación Antes).**

Esta estación es donde se traen los rollos de banda, y cortan de acuerdo al perímetro de la banda, por ello los rollos cortados, como herramientas no están en su lugar o en desorden, como también el llenado de los datos en cuadernos estaba todo junto con herramientas.

Figura 28: Estación de Corte de Banda (situación Antes).

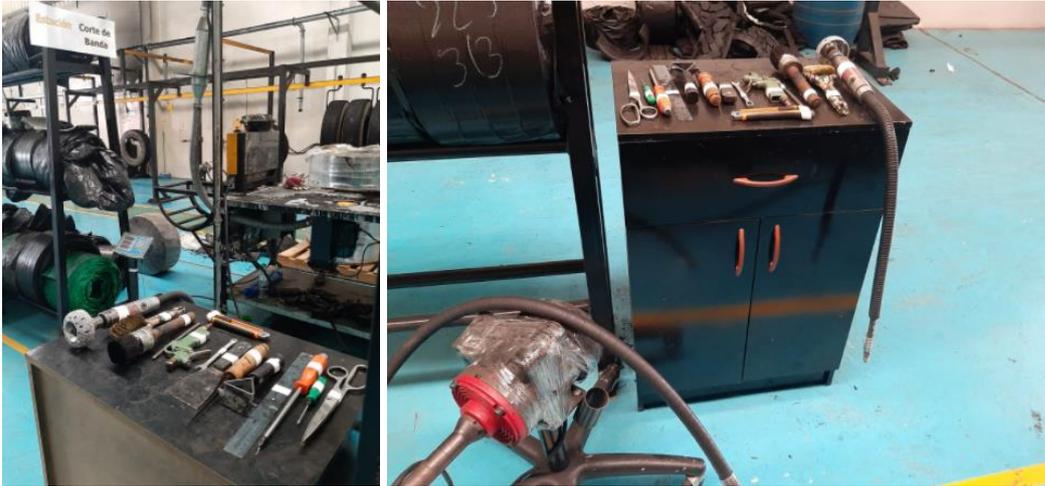


Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – Febrero 2021.

### **Estación de Corte de Banda (situación Actual).**

Se ordenó los rollos de banda, las herramientas también se inventariaron, como colocaron cinta aislante del color que pertenece a esta estación para identificar su ubicación, como la identificación de esta estación con un letrero.

Figura 29: Estación de Corte de Banda (situación Actual).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – Marzo 2021.

### **Estación de Embandado (situación Antes).**

En esta estación de igual manera sus herramientas son llevadas de un lado a otro pues los operarios usan herramientas que están más cerca a su alcance, como la goma cojín se trae sin tener en cuenta cual usar, solo contar un este material.

Figura 30: Estación de Embandado (situación Antes).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – febrero 2021.

### **Estación de Embandado (situación Actual).**

Luego de aplicar el primer paso de las 5's, el orden comenzó con las herramientas, realizando su inventario e identificación de acuerdo a su color, como también ordenando los rollos de goma cojín que se usan en esta estación de trabajo, como la identificación con un letrero de la estación.

Figura 31: Estación de Embandado (situación Actual).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – marzo 2021.

### **Estación de Rolado (situación Antes).**

Esta estación se acumula de llanta por rolar, y las pocas herramientas que usa, están en el piso o en otra estación, por lo que el principal desorden es la acumulación de llantas, y que sus herramientas no están en su lugar de trabajo.

Figura 32: Estación de Rolado (situación Antes).

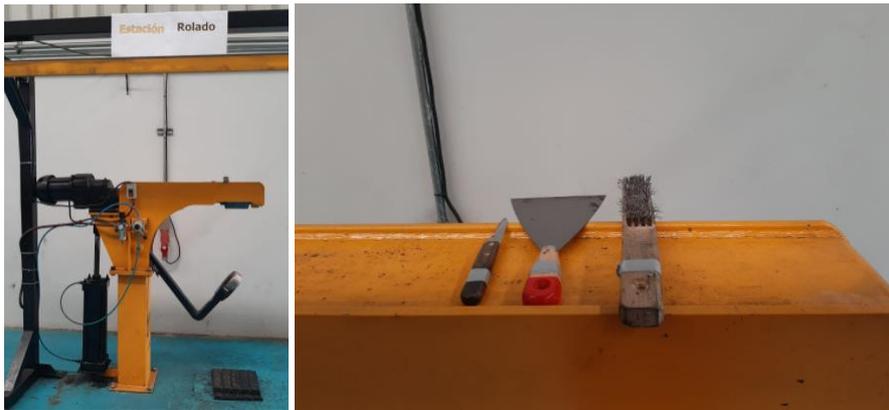


Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – febrero 2021.

### **Estación de Rolado (situación Actual).**

Para ordenar esta estación solo se requirió ordenar el flujo de llantas para rolado, no acumular las llantas en esta estación e identificar las pocas herramientas que se usan y no estén en las demás estaciones de producción, como la identificación de esta estación.

Figura 33: Estación de Rolado (situación Actual).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – marzo 2021.

### **Estación de Vulcanización (situación Antes).**

Esta estación tiene un gran desorden por las herramientas que usa, los guantes que se usan, los envelopes, pues al ser la estación de trabajo más grande tiene mucho desorden en cuanto al uso de su área de trabajo.

Figura 34: Estación de Vulcanización (situación Antes).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – Febrero 2021.

### **Estación de Vulcanización (situación Actual).**

Lo primero fue inventariar las herramientas, ordenar los envelopes para las distintas llantas, identificar con el color de cinta aislante que le corresponde a las herramientas, señalar la estación de trabajo.

Figura 35: Estación de Vulcanización (situación Actual).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – marzo 2021.

### **Estación de Inspección Final (situación Antes).**

Esta estación como la estación de inspección inicial, las herramientas y procesos son similares, por ende el desorden que existía eran los mismos, como no tiene señalización, herramientas en distintas estaciones, y no identificadas.

Figura 36: Estación de Inspección Final (situación Antes).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – febrero 2021.

### **Estación de Inspección Final (situación Actual).**

Como en todas las estaciones se inventario las herramientas y se identificó con el color correspondiente a las herramientas, y por último se identificó la estación con un letrero.

Figura 37: Estación de Inspección Final (situación Actual).



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – marzo 2021.

### **Seiso – Limpiar:**

Como la palabra de punto lo indica, tan simple y sencillo, es efectuar un cronograma para la limpieza de las estaciones de trabajo y en general del área de producción, para esto se tiene un check list para realizar este proceso (ver anexos), así eliminar materiales, obstáculos e insumos que deberían ser eliminados o reubicados, con ello tener un mejor tiempo del proceso de reencauche, es lo que se desea disminuir.

Para esto se realizó una limpieza general de toda la planta, para comenzar con el cronograma que se indicara posteriormente.

Figura 38: Limpieza del área de producción.



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C. – marzo 2021.

Luego de la asear completamente del área de producción, se le hizo alcance al jefe de planta un cronograma de limpieza sencillo para que se ejecute como lo indica, y posteriormente lo mejoren, siempre teniendo una constante supervisión del cumplimiento.

Tabla 14: “Cronograma de limpieza e inspección en el área del proceso productivo en la empresa Contitread Perú S.A.C.”.

DÍA	HORA	RESPONSABLE	TIPO DE LIMPIEZA
LUNES A VIERNES	4:30 A 5:00 PM	JOSE JIMENEZ	LIMPIEZA DE PASILLOS/ESTACIÓN
	4:30 A 5:00 PM	PEPE PALOMINO	LIMPIEZA DE PASILLOS/ESTACIÓN
	4:30 A 5:00 PM	DIEGO ILLANES	LIMPIEZA DE PASILLOS/ESTACIÓN
	4:30 A 5:00 PM	LUIS SUAREZ	LIMPIEZA DE PASILLOS/ESTACIÓN
SABADOS	12:30 A 1:30 PM	TODOS	LIMPIEZA DE MAQUINAS

Fuente: Elaboración propia.

### **Seiketsu – Estandarizar:**

Para establecer el cuarto paso de las 5’s, quien tiene como objetivo mantener lo conseguido hasta este punto, luego de las capacitaciones y demás al haber llegado a este nivel, se tiene que asegurar con una estandarización de todo lo que hasta este punto se avanzó, que se desea indicar que todo lo desechado no se vuelva a acumular, el orden se mantenga todos los días al ingresar y salir del puesto de trabajo, la limpieza y aseo sea una cultura diaria entre los operarios, con todo esto se pueda controlar paulatinamente en forma ascendente el desorden y desorganización que es la segunda restricción más relevante de todo el proceso productivo de la empresa en estudio.

En la siguiente etapa participan con mayor énfasis una política de trabajo e infografía relevante para la concientización del orden y limpieza en todas las estaciones de trabajo, uno de ellos fue estandarizar colores de identificación las herramientas de trabajo en cada estación de este modo de acuerdo al siguiente cuadro las herramientas tienen un color definido para estación de trabajo, así solo permanecen en dicha estación, eliminando el desorden de las herramientas por todo el área de producción.

Tabla 15: Identificación por colores para las herramientas de las estaciones de trabajo del área de producción en la empresa Contitread Perú S.A.C.

ESTACION	COLOR
INSPECCIÓN INICIAL	VERDE
RASPADO	AMARILLO
ESCARIADO	AZUL
REPARACIÓN	NEGRO
CORTE DE BANDA	BLANCO
RELLENADO	PLOMO
EMBANDADO	ROJO
ROLADO	NEGRO
VULCANIZADO	PLOMO
INSPECCIÓN FINAL	MORADO

Fuente: elaboración propia.

Como también se realizó la estandarización de las herramientas por estación de trabajo, ver en anexos listas de inventario de herramientas.

La capacitación sobre la metodología empleada, ver punto sobre capacitación donde se explica la manera de realizar la concientización de la aplicación de las 5's.

### **Shitsuke – Disciplinar:**

Por ultimo con el apoyo del personal encargado de la supervisión se establecerá los parámetros para conservar lo implementado con respecto a las 5's, con la ayuda de todo lo trabajo y concientizado como ayuda importantemente en el orden y limpieza, entonces se le indico realizar cada cierto periodo de días (se le recomendó cada 15 días) realizar auditorías inesperadas para medir y controlar la disciplina en el tiempo, con esto se desea mostrar los resultados del inicio y fin de la mejora como se refleja notoriamente el aumento del orden y limpieza.

### **Implementación 3: Cronograma de Capacitaciones**

A continuación se presenta un cronograma de capacitaciones en la empresa Contitread Perú S.A.C., cuyos temas a abordar fueron: Aplicación de las 5's, Seguridad y Salud en el trabajo, Reprocesos en la Producción y Manejo de Inventarios, estos temas se concluyeron como diagnóstico inicial de la encuesta

que se le aplicó a los trabajadores (ver anexos tabla 25: “Cronograma de Capacitaciones – Empresa Contitread Perú S.A.C.”).

Tabla 16: Cuadro de capacitaciones para el área de producción.

TEMA / CAPACITACION	OBJETIVO	PARTICIPANTES	FECHA	DURACIÓN	RESPONSABLE	COSTO
Cap. Metodología 5'S	Capacitar al personal operativo y gerencial en el manejo de esquemas teorico/práctico continuo de los procesos, mediante la identificación y aplicación de las 5'S.	Personal Operativo (5) / Jefe de Producción (1)	11 y 12 Febr. 2021	6 horas	Oscar Rubina / Brian Suarez	200
Cap. Reprocesos de Producción	Capacitar al personal operativo y gerencial en el manejo de esquemas teorico/práctico sobre control y planificación de la producción, control de calidad y auditorías.	Personal Operativo (5) / Jefe de Producción (1)	15 y 6 de Marzo	8 horas	Oscar Rubina / Brian Suarez	220
Cap. Seguridad y Salud en el Trabajo	Capacitar al personal operativo y gerencial en el manejo de esquemas teorico/práctico sobre Identificación de Peligros y Riesgos.	Personal Operativo (5) / Jefe de Producción (1)	23 y 24 Febr. 2021	8 horas	Oscar Rubina / Brian Suarez	220
Cap. Manejo de Inventarios	Capacitar al personal operativo y gerencial en el manejo de esquemas teorico/práctico sobre el manejo adecuado de recursos de materiales de producción	Personal Operativo (5) / Jefe de Producción (1)	2 y 4 de Marzo	8 horas	Oscar Rubina / Brian Suarez	220

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Mediante este cronograma de capacitaciones nos indica las fechas de las capacitaciones y culminada cada una de ellas se procederán a evaluar respectivamente los conocimientos de los operarios mediante una evaluación.

Figura 39: Capacitación sobre la metodología de las 5's, en el área de producción.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 40: Capacitación sobre procesos de producción en el área de producción.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 41: Capacitación sobre SST en el área de producción.



Fuente: Elaboración propia.

**DETERMINAR EL IMPACTO LUEGO DE LA APLICACIÓN DEL TOC SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN EL AREA DE PRODUCCIÓN:**

**Estudio de tiempos (post – test)**

Posteriormente de la implementación del TOC en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C, y su impacto en la variable dependiente, se tomó muestras de los indicadores de eficiencia y eficacia, como las dimensiones de la variable independiente en un lapso de 30 días de producción de llantas reencauchadas, reflejando mejoras considerables en la estación donde se ubicaba la restricción mayor, y en general en todo el ciclo de reencauche de una llanta se nota una reducción sustancial del tiempo por cada unidad en la empresa Contitread Perú S.A.C., el estudio de tiempos se muestra anexos (ver tabla 28, tiempos estándar luego de la implementación del TOC, en la empresa Contitread Perú S.A.C.).

Interpretación: En la tabla 28, el cálculo del tiempo estándar del proceso de producción de reencauche de la empresa Contitread Perú S.A.C., da como resultado un tiempo total de 80.67 minutos. Lo que se entiende como el tiempo requerido para la elaboración de una llanta reencauchada en el área de producción.

#### **Estimación de la productividad actual (Post - Test):**

A partir del cálculo del tiempo estándar, se continúa con el cálculo del número de llantas reencauchadas por día de la empresa Contitread Perú S.A.C., para esto primero se necesita calcular la capacidad instalada, después de haber aplicado la metodología de la teoría de restricción se usó la siguiente formula:

Tabla 17: "Cálculo de la capacidad instalada de la producción post-test"

**FORMATO DE REGISTRO PRODUCTIVIDAD- INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS POST TEST**

Número de días (N)	Fecha de Producción (D)	LPRD	LRRD	TPD	TUD	EF=(TUD/TPD) x 100%	EFA=(LRRD/LPRD) x 100%	EF x EFA
		Llantas programadas reencauchadas por día. (unidades)	Llantas reencauchadas real del día (unidades)	Tiempo Programado por día (minutos)	Tiempo Útil por día (minutos)	Eficiencia %	Eficacia %	Productividad %
1	1/02/2021	20.00	18.00	2400.00	1712.00	71.33%	90.00%	64.20%
2	2/02/2021	20.00	16.00	2400.00	2121.80	88.41%	80.00%	70.73%
3	3/02/2021	20.00	17.00	2400.00	1516.90	63.20%	85.00%	53.72%
4	4/02/2021	20.00	18.00	2400.00	1421.80	59.24%	90.00%	53.32%
5	5/02/2021	20.00	17.00	2400.00	1707.10	71.13%	85.00%	60.46%
6	8/02/2021	20.00	18.00	2400.00	1707.10	71.13%	90.00%	64.02%
7	9/02/2021	20.00	17.00	2400.00	1516.90	63.20%	85.00%	53.72%
8	10/02/2021	20.00	18.00	2400.00	1802.20	75.09%	90.00%	67.58%
9	11/02/2021	20.00	16.00	2400.00	1557.90	64.91%	80.00%	51.93%
10	12/02/2021	20.00	17.00	2400.00	1802.20	75.09%	85.00%	63.83%
11	15/02/2021	20.00	18.00	2400.00	2121.80	88.41%	90.00%	79.57%
12	16/02/2021	20.00	17.00	2400.00	1712.00	71.33%	85.00%	60.63%
13	17/02/2021	20.00	18.00	2400.00	2121.80	88.41%	90.00%	79.57%
14	18/02/2021	20.00	18.00	2400.00	2121.80	88.41%	90.00%	79.57%
15	19/02/2021	20.00	18.00	2400.00	1616.90	67.37%	90.00%	60.63%
16	22/02/2021	20.00	17.00	2400.00	1712.00	71.33%	85.00%	60.63%
17	23/02/2021	20.00	18.00	2400.00	1802.20	75.09%	90.00%	67.58%
18	24/02/2021	20.00	17.00	2400.00	1707.10	71.13%	85.00%	60.46%
19	25/02/2021	20.00	18.00	2400.00	1612.00	67.17%	90.00%	60.45%
20	26/02/2021	20.00	17.00	2400.00	1802.20	75.09%	85.00%	63.83%
21	1/03/2021	20.00	17.00	2400.00	2121.80	88.41%	85.00%	75.15%
22	2/03/2021	20.00	18.00	2400.00	1612.00	67.17%	90.00%	60.45%
23	3/03/2021	20.00	17.00	2400.00	1802.20	75.09%	85.00%	63.83%
24	4/03/2021	20.00	18.00	2400.00	2121.80	88.41%	90.00%	79.57%
25	5/03/2021	20.00	18.00	2400.00	2121.80	88.41%	90.00%	79.57%
26	8/03/2021	20.00	18.00	2400.00	2121.80	88.41%	90.00%	79.57%
27	9/03/2021	20.00	17.00	2400.00	1612.00	67.17%	85.00%	57.09%
28	10/03/2021	20.00	18.00	2400.00	1557.90	64.91%	90.00%	58.42%
29	11/03/2021	20.00	17.00	2400.00	1802.20	75.09%	85.00%	63.83%
30	12/03/2021	20.00	18.00	2400.00	1802.20	75.09%	90.00%	67.58%

- N: Número de días (N)
- D: Fecha de Producción (D)
- TPD: Tiempo Programado por día (minutos)
- TUD: Tiempo Útil por día (minutos)
- LRRD: Llantas reencauchadas real del día (unidades)
- LPRD: Llantas programadas reencauchadas por día. (unidades)
- EF: Eficiencia (%)
- EFA: Eficacia (%)
- P: Productividad (%)

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La empresa de Contitread Perú S.A.C., luego de la aplicación del TOC y realizando un post test, y utilizando la teoría donde indica que del producto de la eficiencia y eficacia es igual a productividad, se obtuvo un promedio de productividad de 65.39% correspondiente al periodo de febrero y marzo del 2021.

Tabla N°18: Promedio de productividad y sus dimensiones luego del post-test del área de producción de Contitread Perú S.A.C. 2020.

PRODUCTIVIDAD POST TEST	
INDICADOR	PROMEDIO %
Productividad %	65.39%
Eficiencia %	77.13%
Eficacia %	84.67%

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que luego de la implementación del TOC, los valores post-test en comparación con el pre-test, son mayores en la variable dependiente como en sus dimensiones.

#### **Evaluación técnica y estadística del impacto sobre el incremento de la productividad (Pre Test – Post Test):**

Todo lo evidenciado a continuación es en base al software Microsoft Excel 2013, como se muestra el aumento de la variable dependiente en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C. 2020:

Tabla 19: “Resultado de la Productividad en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., del pre-test y post-test”.

RESULTADOS DE LA PRODUCTIVIDAD POST Y PRE			
INDICADOR	POST TEST	PRE TEST	VARIACION %
Productividad %	65.39%	50.04%	30.67%

Fuente: Elaboración propia.

La interpretación de la tabla 19 evidencian que el TOC en la variable productividad en el estudio pre y post test refleja la variación porcentual a favor, es decir el aumento de 30.67%, entonces se puede aceptar que esta metodología aumenta la productividad en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C.

#### **3.5.4 Análisis financiero económico: VAN Y TIR**

En el ámbito financiero se establecerá determinar los valores del VAN y TIR con el propósito de reflejar si el proyecto es viable o no, este proyecto se estimó en un

plazo de 12 meses. Como también se considera una tasa del 8% según datos proporcionados por la empresa en función a un préstamo similar con una entidad bancaria, entonces se analizó el flujo de caja donde se consideran todos los costos relacionados en el proceso productivo, con el fin de luego ver las diferencias del antes y después al aplicar el TOC respecto a tema financiero mensual en el periodo ya mencionado, los cuales se detallan en la tabla de flujo de caja (ver anexo 7).

En el anexo 7 (Tabla de flujo de caja), se puede confirmar que el proyecto es viable pues el resultado del VAN es superior a 1, dando con valor monetario de S/. 27534.77 soles en el total del proyecto de investigación, por lo tanto en cada mes de los 12 proyectados se mostraran ahorros y al cabo de este periodo o antes la recuperación de la inversión realizada. Por otro lado el TIR, luego del flujo reflejo un valor porcentual de 16% en cual nos indica precisamente la magnitud de retorno de la inversión realizada para el proyecto de investigación, e indica que es elevada.

### **Beneficio Costo (B/C)**

Se logra de la sumatoria global de todos los costos incurridos en la ejecución del proyecto de investigación, se obtiene con la siguiente fórmula

$$B/C = \frac{VAN}{VAP}$$

Se obtiene el siguiente resultado:

$$B/C = \frac{69639.84}{14897.00} = 4.67$$

De acuerdo del resultado obtenido del costo beneficio, arrojo el valor de 4.67 con ello se deduce que por cada S/. 1 nuevo sol invertido se recupera S/. 4.67 céntimos de nuevos soles. Entonces se considera toda la implementación es beneficiosa para el proyecto puesto que el resultado es mayor a uno.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

Para la investigación “Aplicación de la teoría de restricciones para incrementar la productividad en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020. “, se utilizará como técnica el análisis cuantitativo de los datos y se diseñaran formatos para en la recolección de datos. Se realizará con el programa SPSS versión 25 (*Statistical Package for the Social Sciences SPSS* o Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales). Los datos serán tabulados y presentado en una tabla y gráfico de acuerdo a la variable y dimensiones. Donde la estadística descriptiva tiene los siguientes elementos media, mediana, moda, varianza, desviación estándar, población y coeficiente de variación. Donde luego del análisis por el *software* con un criterio estadístico descriptivo, se obtuvo valores de tendencia central dispersa y asimétrica representados en tablas y gráficos que se indican en los resultados.

### **3.7 Aspectos éticos**

El actual trabajo de investigación se realizará en la empresa Contitread Perú S.A.C., tendrá datos precisos y reales, lo cual permitirá la sustentación y factibilidad de la investigación; los autores se comprometen a respetar la autenticidad de los resultados, así como referir todas las fuentes empleadas respetando la propiedad intelectual de los autores citados y debidamente incluidos en la bibliografía respetando los derechos de propiedad intelectual que brindan apoyo teóricamente a la investigación, como proteger los derechos de privacidad de información de la empresa, no difundiendo información indicada como confidencial; ya que es considerada con fines únicamente académicos para el proyecto de investigación que se lleva en el IX ciclo de la carrera de ingeniería industrial de la UCV con la autorización del administrador de la empresa en mención.

## IV. RESULTADOS

### Análisis estadístico descriptivo e Inferencial

Se determina el análisis para poder a prueba las hipótesis que fueron planteadas por la comparación de la media, todo este estudio se llevará a cabo con una de las herramientas estadísticas que en este caso es el SPSS.

En primer lugar se delimita la cantidad de datos utilizados tanto en el pre y post test con el fin de determinar la prueba de normalidad si será Kolmogorov Smirnov o Shapiro Wilk, en el siguiente cuadro indica los criterios para determinar este criterio de elección.

Tabla 20: Prueba de normalidad

MUESTRAS	EXPLICACIÓN	¿Qué prueba se debe usar?
Muestra Grande	Donde la cantidad de datos son mayores a 30	KOLMOGOROV SMIRNOV
Muestra Pequeña	Donde la cantidad de datos son menores o igual a 30	SHAPIRO WILK

Fuente: Elaboración propia.

En la cantidad de muestra tanto en el pre como el post test se tiene la misma cantidad de 30 datos registrados, y según criterios de elección de la tabla anterior nos indica que tenemos que trabajar la prueba de normalidad con Shapiro Wilk, esto se reflejara más adelante el valor obtenido luego de realizar esta prueba.

El siguiente paso para demostrar resultados confiables es realizar el estadígrafo de T Student o Wilcoxon, esto se determinara cual elegir de acuerdo a los criterios en la siguiente tabla:

Tabla 21: Tabla de Estadígrafo

ANTES	DESPUÉS	ESTADIGRAFO
Paramétrico	Paramétrico	T- Student
Paramétrico	No paramétrico	Wilcoxon
No paramétrico	No paramétrico	Wilcoxon

Fuente: Elaboración propia.

### **Análisis de Hipótesis General**

Ha: La aplicación de la teoría de restricciones para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., S.M.P. Lima, 2020.

Con la finalidad de comparar la hipótesis general es fundamental poder identificar claramente como varía la productividad en el pre y post test, asimilando un comportamiento paramétrico y no paramétrico, recordando que en la prueba de la normalidad se estableció la cantidad de 30 datos, se resuelve utilizar el análisis de normalidad con el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Ahora se va a tener que realizar la siguiente regla de decisión:

Si  $Pvalor \leq 0.05$ , los datos determinan un comportamiento no paramétrico

Si  $Pvalor \geq 0.05$ , los datos de la serie determinan un comportamiento paramétrico

Tabla 22: Prueba de normalidad – Eficiencia.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia PRE	,210	30	,002	,863	30	,001
Eficiencia POST	,308	30	,000	,785	30	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos ver datos obtenidos anteriores de la eficiencia (pre) que es menor a 0.05 y la eficiencia luego (post) es menor a 0.05, concluyendo mediante la regla de decisión de los datos de la eficiencia tanto antes y después para ambos serán no paramétricos.

Tabla 23: Prueba de normalidad – Eficacia.

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia PRE	,210	30	,002	,863	30	,001
Eficacia POST	,308	30	,000	,785	30	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos ver datos obtenidos anteriores de la eficacia (pre) que es menor a 0.05 y la eficacia luego (post) es menor a 0.05, concluyendo mediante la regla de decisión de los datos de la eficiencia tanto antes y después para ambos serán no paramétricos.

Tabla 24: Prueba de normalidad – Productividad.

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad PRE	,197	30	,004	,865	30	,001
Productividad POST	,301	30	,000	,785	30	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos ver datos obtenidos anteriores de la productividad (pre) que es menor a 0.05 y la productividad luego (post) es menor a 0.05, concluyendo mediante la regla de decisión de los datos de la eficiencia tanto antes y después para ambos serán no paramétricos.

### Contrastación de la Hipótesis General

Luego de probar en la prueba de normalidad el comportamiento de los datos de la productividad anteriormente (pre) que no es paramétrico y la productividad posteriormente (post) que no es paramétrico, se dispone el uso del estadígrafo Wilcoxon, con el propósito de verificar la veracidad de la hipótesis general.

### Hipótesis general

**Ho:** La aplicación de la teoría de restricciones no incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., S.M.P. Lima, 2020.

**Ha:** La aplicación de la teoría de restricciones incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., S.M.P. Lima, 2020.

Así mismo, se determina los criterios de elección, conociendo que:

**Ho:**  $\mu Pa \geq \mu Pd$

**Ha:**  $\mu Pa < \mu Pd$

Pa: Productividad antes

Pd: Productividad después

Tabla 25: Análisis de Wilcoxon – Eficiencia.

		Estadísticos descriptivos			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficiencia PRE	72,1361%	30	5,38703%	0,98353%
	Eficiencia POST	77,1282%	30	2,91364%	0,53196%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 25, se puede determinar que la media de la eficiencia antes es de 0.721361, siendo menor con la media de la eficiencia después con 0.771282, es por ello queda demostrado que no cumple  $Ho: \mu Pa \geq \mu Pd$ , por lo cual se rechaza la hipótesis nula (La aplicación de la teoría de restricciones no incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., S.M.P. Lima, 2020.) y se acepta la hipótesis alterna (La aplicación de la teoría de restricciones incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., S.M.P. Lima, 2020.).

Así mismo, después de determinar que el análisis realizado es correcto, se realizará un análisis mediante la significancia o pvalor de cada resultado con la prueba Wilcoxon.

Así mismo, se determina los criterios de elección, conociendo que:

Si  $p\text{valor} \leq 0.025$ , se rechaza la hipótesis nula.

Si  $p\text{valor} > 0.025$ , se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 26: Análisis de Wilcoxon - Eficiencia

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
Eficiencia POST - Eficiencia PRE	
Z	-3,557 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 26, se puede determinar de acuerdo al análisis de la significancia mediante Wilcoxon, aplicado a la eficiencia antes y después es de 0.00, por lo cual se demuestra el rechazo a la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación definiendo que La aplicación de la teoría de restricciones incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., S.M.P. Lima, 2020.).

Tabla 27: Análisis de Wilcoxon – Eficacia.

<b>Estadísticas descriptivos</b>					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficacia PRE	69,0000%	30	5,15284%	0,94077%
	Eficacia POST	84,6667%	30	3,19842%	0,58395%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 27, se puede determinar que la media de la eficacia antes es de 0.690000, siendo menor con la media de la eficiencia después con 0.846667, es por ello queda demostrado que no cumple  $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ , por lo cual se rechaza la hipótesis nula (La aplicación de la teoría de restricciones no incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C.,

S.M.P. Lima, 2020.) y se acepta la hipótesis alterna (La aplicación de la teoría de restricciones incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., S.M.P. Lima, 2020.).

Así mismo, después de determinar que el análisis realizado es correcto, se realizará un análisis mediante la significancia o pvalor de cada resultado con la prueba Wilcoxon.

Así mismo, se determina los criterios de elección, conociendo que:

Si  $pvalor \leq 0.025$ , se rechaza la hipótesis nula.

Si  $pvalor > 0.025$ , se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 34: Análisis de Wilcoxon - Eficacia

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
	Eficiencia POST - Eficacia PRE
Z	-4,732 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 34, se puede determinar de acuerdo al análisis de la significancia mediante Wilcoxon, aplicado a la eficacia antes y después es de 0.00, por lo cual se demuestra el rechazo a la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación definiendo que La aplicación de la teoría de restricciones incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., S.M.P. Lima, 2020.).

Tabla 28: Análisis de Wilcoxon – Productividad.

### Estadísticas descriptivos

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Productividad PRE	50,0422%	30	7,33992%	1,34008%
	Productividad POST	65,3919%	30	4,93974%	0,90187%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 28, se puede determinar que la media de la Productividad antes es de 0.500422, siendo menor con la media de la Productividad después con 0.653919, es por ello queda demostrado que no cumple  $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ , por lo cual se rechaza la hipótesis nula (La aplicación de la teoría de restricciones no incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., S.M.P. Lima, 2020.) y se acepta la hipótesis alterna (La aplicación de la teoría de restricciones incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., S.M.P. Lima, 2020.).

Así mismo, después de determinar que el análisis realizado es correcto, se realizará un análisis mediante la significancia o pvalor de cada resultado con la prueba Wilcoxon.

Así mismo, se determina los criterios de elección, conociendo que:

Si  $pvalor \leq 0.025$ , se rechaza la hipótesis nula.

Si  $pvalor > 0.025$ , se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 29: Análisis de Wilcoxon – Productividad.

#### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	Productividad POST - Productividad PRE
Z	-4,732 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 29, se puede determinar de acuerdo al análisis de la significancia mediante Wilcoxon, aplicado a la Productividad antes y después es de 0.00, por lo cual se demuestra el rechazo a la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación definiendo que La aplicación de la teoría de restricciones incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., S.M.P. Lima, 2020.).

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo al desarrollo del proyecto de investigación, a partir de los hallazgos encontrados aceptamos la hipótesis alternativa general, demuestra que La aplicación de la teoría de restricciones para incrementar la productividad en la empresa Contitread Perú S.A.C., S.M.P., 2020., demostrando las mejoras correspondientes en la variable dependiente productividad, y sus dimensiones eficiencia y eficacia.

Estos resultados obtenidos luego de la aplicación del TOC, dan como resultado el incremento de la mediana de la productividad post-test, pues antes de la implementación la productividad era de 50.04% y luego de la implementación fue de 65.39% dando un incremento porcentual de 30.67%, que guarda estrecha relación con resultados de Meza (2017), en su tesis “Aplicación de la Teoría de Restricciones para mejorar la productividad de la sede Chorrillos – LVESA en la empresa Flashman S.A.C., San Miguel, 2017”., se logró incrementar la productividad de 62% a 81% y consigo un incremento porcentual de 30.64%. Teniendo similar resultado luego de aplicar la misma metodología en similar condiciones en el área de producción, utilizando la misma metodología cuantitativa, explicativo y de tipo aplicada, se puede determinar que ambas empresas previamente según Meza no se había realizado ningún estudio de mejora en la empresa Flashman S.A.C., y en el presente estudio de igual manera en la empresa Contitread Perú S.A.C., es su primer estudio aplicando una metodología para mejorar un área específica, por lo que en ambos casos los resultados son similares.

Otro punto, que se tiene es la dimensión de la eficiencia en el presente desarrollo de investigación tuvo un amento tras la aplicación del TOC en el área de producción, como se refleja obtuvo un valor de 77.13%, aceptando la primera hipótesis específica que indica la aplicación de la teoría de restricciones incrementa la eficiencia en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020., pues en comparación a la anterior medición incremento porcentual de 6.92%, se tiene esta precisión del valor encontrado pues se tuvo facilidades para la recopilación, observación y registro de los datos por parte de la empresa Contitread Perú S.A.C., pero se identifica que Salinas (2018), en su tesis “Aplicación de la Teoría

de Restricciones para incrementar la productividad en el proceso de despacho en la empresa VMWARESIS SAC, Los Olivos 2018”., se logra incrementar la productividad en los meses de Setiembre-Octubre; obteniendo una eficiencia de 58%. Como se observa aplicando la misma metodología, las mismas variables, pero áreas no comunes, la misma metodología y en el mismo periodo de tiempo, ambos casos demuestran que el TOC puede mejorar los resultados siguiendo los pasos adecuadamente.

Ahora la eficacia de este trabajo de investigación en el área de producción de la empresa Contitread Perú S.A.C., luego de la aplicación de la metodología TOC se obtuvo un valor de la eficacia de 84.67%, aceptando la segunda hipótesis específica que indica la aplicación de la teoría de restricciones incrementa la eficacia en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020., pues incremento porcentualmente en 22,71%, y en relación con el autor Alba (2018), en su tesis “La aplicación de la teoría de restricciones (TOC) para mejorar la productividad en el área de impresión-flexográfica en la empresa Polybags S.R.L., Lima 2019”., guarda concordancia sobre la aplicación de esta metodología pues obtuvo similar resultado de la eficacia de 93%, por lo que se puede asegurar en contextos similares como el área de producción pero de distinta manufactura, utilizando la misma metodología TOC, la eficacia se incrementa sustancialmente, pues en ambos casos bordeando o superando el 90%.

Por último, en la teoría del autor Goldratt, en su libro Un proceso de mejora continua del año 2013, indica que la teoría de restricciones aplicado en cualquier área de un empresa, siguiendo los 5 pasos que indica, al identificar la principal restricción (cuello de botella), y aplicarlo como lo menciona puede mejorar el desarrollo de esta área, entonces al implementar en la empresa Contitread Perú S.A.C., y de acuerdo a los resultados obtenidos de la variable dependiente productividad, esta incremento porcentual de 30.67%, por lo que se confirma la teoría sobre esta metodología que luego adaptarla en el orden y siguiendo los 5 pasos que indica Goldratt, va a mejorar el área donde se aplique.

## **VI. CONCLUSIONES**

El estudio de investigación determinó que la productividad actual de la empresa de acuerdo a los días de investigación Pre – Test, según el producto de su eficiencia y eficacia con un tiempo determinado de trabajo de 2400 minutos al día por 5 trabajadores en horas hombre, determino luego de la aplicación del TOC, una productividad de 65.39%, con lo que se puede aceptar o afirmar la hipótesis general que indica, la teoría de restricciones incrementa la productividad en la empresa Contitread Perú S.A.C., S.M.P., 2020., por lo tanto luego de este trabajo de investigación se concluye un aumento porcentual de la productividad de 30.67%.

El estudio determinó un aumento del 72.14% a un 77.13% en base a su eficiencia, después de la implementación de la teoría de restricciones dentro del proceso productivo, probándose a través de la significancia de la variación de las productividades de los 30 días en estudio Pre-test y 30 días en estudio Post – test con la Prueba no Paramétrica de Wilcoxon al obtener un pvalor  $<0.05$ , esto indica que la hipótesis específica propuesta, la aplicación de la teoría de restricciones incrementa la eficiencia en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020., en el área de producción.

La implementación del modelo de la Teoría de Restricciones en la empresa Contitread Perú S.A.C., nos permitió identificar a tres restricciones que fueron considerados problemas ejes centrales de la investigación cuya elevación de estas restricciones mediante la reducción de tiempos de operaciones del área de escariado (cuello de botella) en un 21.15% es decir el tiempo se redujo en 6.02 min, esto permitido luego de los resultados obtenidos tener una eficacia antes de 69% y ahora de 84.67%, concluyendo un incremento porcentual de 22.71%, validando la hipótesis específica que indica la aplicación de la teoría de restricciones incrementa la eficacia en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se le recomienda a la empresa Contitread Perú S.A.C., analizar continuamente su área de producción y seguir con la metodología planteada por los autores sobre la Teoría de Restricciones, es decir como una mejora continua con la finalidad de identificar las restricciones de manera preventiva, pues esta metodología en su último paso indica regresar al primer paso, el cual es identificar la restricción, pues con tan solo de abordar las tres principales restricciones tuvo un gran incremento de la productividad, pero al eliminar estas restricciones, aparecen otras y es lo que se recomienda a la empresa seguir con esta metodología, con las bases y evidencias halladas en este trabajo de investigación, pues también se van a obtener beneficios económicos para la empresa.

La empresa a través de su jefe de planta, debe motivar, sembrar la cultura y capacitar constantemente a sus operarios con respecto al objetivo de mantener sus áreas de trabajo limpia sin materiales innecesarios dificultando el transporte y a la vez escuchar a todo su personal ante el aporte de nuevas ideas ya que estos son los que están al 100% en el proceso productivo por ende pueden ellos catalogar un sinfín de problemas que les impide cumplir con sus labores o ser más productivos, como también mantener la estandarización de colores que se dejó para las herramientas y estaciones de trabajo, con el fin de tener herramientas en su respectiva estación de trabajo.

De acuerdo a los tiempos observados y planteados en esta investigación en la empresa Contitread Perú S.A.C., se recomienda analizar con alguna otra metodología poder ser más eficientes pues solo se trabajó en una estación específica, y aplico las 5's, dando como resultado la reducción del tiempo de ciclo por llanta reencauchada. Por lo tanto si se puede aplicar otra metodología relacionada con la reducción de tiempos se podrá mejorar la productividad en el área de producción.

Este rubro sobre procesos de reencauche esta poco tomado en cuenta en investigaciones que arrojan resultados concretos como mejora de procesos, aumento de productividad, y los más importante el impacto ambiente que tiene este rubro, pues es una gran manera de reducir la contaminación ambiental, reutilizando llantas, reducción de materia prima para este producto que

principalmente es caucho, y el beneficio que se tiene con la reducción de CO2 al ambiente, por todo esto se debería tomar más atención a este rubro y ver maneras de mejorar sustancialmente este rubro.

De acuerdo al diagrama de Pareto en este trabajo de investigación se determinó tres rangos de restricciones, los autores de esta tesis abordaron del rango A, pero se dejaron de ver a fondo y más minucioso los de rango R y C, Por ende se recomienda a los futuros investigadores en esta empresa puedan ahondar en dichas restricciones de los rangos no profundizados, teniendo en cuenta que la empresa Contitread Perú S.A.C., fue muy abierta a darnos las facilidades para realizar el estudio, y debería proceder de la misma manera con futuros investigadores.

## Referencias

- AGUILERA, Carlos. Un Enfoque Gerencial de la Teoría de Restricciones. [en línea]. Colombia: Estudios Gerenciales, 2000. [Fecha de consulta: 18 de setiembre de 2020]. Disponible en: <http://ref.scielo.org/vz5t2y>  
ISBN: 0123-5923
- ALBA, Joshi. La aplicación de la teoría de restricciones (TOC) para mejorar la productividad en el área de impresión-flexografica en la empresa Polybags S.R.L., Lima 2019. Tesis (Titulo Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo 2018.  
Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43655>
- ANGULO, Jorge y SALIRROSAS, Pathy. Aplicación de la Teoría de Restricciones para incrementar la productividad en la empresa de Calzados Kevin's, Trujillo 2018. Tesis (Titulo Ingeniero Industrial) Lima: Universidad Cesar Vallejo 2019.  
Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35217>
- BERNAL, Cesar. Metodología de la Investigación: Administración, economía, humanidades y economía. [en línea]. 3ra Ed. Colombia: Pearson, 2010. 1046p. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2020].  
Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%c3%b3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>  
ISBN: 9702606454
- BOJORQUEZ, Alberto y BOJORQUEZ, Fernando. Origen de la productividad, ¿Capital humano? o ¿Administración? [en línea]. 2013. [Fecha de consulta: 18 de setiembre 2020].  
Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6149914>  
ISSN: 1665-7039
- CABANILLAS, Amaro. Aplicación de la Teoría de Restricciones para mejorar la productividad en el área de tejeduría de la empresa Loop Fine S.A.C, San Martín de Porres, 2017. Tesis (Titulo Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo 2017.  
Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/24134>

- CARDENAS, Raúl. Costos I. [en línea]. 1ra.Ed. México: Instituto Mexicano de Contadores Públicos, 2016. 507pp. [Fecha de consulta: 18 de setiembre de 2020] Disponible en <https://cutt.ly/TfJpSMs>  
ISBN: 978-607-8463-10-7
- CASAS, Néstor. Teoría de las Restricciones o Cuellos de botella. Revista MM. [en línea] 2015. [fecha de consulta 25 de setiembre de 2020].  
Disponible en <https://revista-mm.com/administracion/teoria-de-las-restricciones-o-los-cuellos-de-botella/>
- CHAPMAN, Stephen. Planificación y control de la producción. México: Pearson Educación, 2006. 442 pp.  
ISBN: 970260771X
- CHASE, Richard, JACOBS, Robert y AQUILANO, Nicholas. Administración de Operaciones. [en línea]. 12va.Ed. México: McGraw-Hill, 2009 [Fecha de consulta: 18 de setiembre de 2020].  
Disponible en <https://cutt.ly/4fHYdcK>  
ISBN: 978-970-10-7027-7
- CUEVAS, Carlos. Contabilidad de costos: enfoque gerencial y de gestión. 3ra. ed. España: Pearson, 2015. 382 pp.  
ISBN: 9789586991308
- DORBESSAN, José. Las 5S, Herramientas de cambio. Editorial de la universidad tecnológica nacional Argentina. Universidad tecnológica nacional de Argentina, 2006, pp 139.  
ISBN (Publicación electrónica 2006) 978-950-42-0076-5
- GANADERIA de doble propósito propuesta para pequeños productores colombianos por Ritchie [et al.]. Lima: Esan Ediciones. 2013. 33pp  
ISBN: 978-612-4110-21-4
- GOLDRATT, Eliyahu y COX, Jeff. La Meta: Un proceso de mejora continua. España: Ediciones Díaz de Santos. 2005. 418 pp.  
ISBN: 978-84-7978-718-9
- GOLDRATT, Eliyahu y COX, Jeff. La Meta: Un proceso de mejora continua. 3ra. ed. España: Granica. 2013. 528 pp.

ISBN: 978-950-641-523-5

- GUO, Wendy, WALD, Andrew y BEAUJON, Noelle. Productivity insight dashboard. Article of Google Patents [en línea]. April 2020, US10614404B2. [Fecha de consulta: 18 de Setiembre de 2020].  
Disponible en <https://patentimages.storage.googleapis.com/06/b3/6a/28c68bbce9168d/US10614404.pdf>
- HARO, Silvana. Mejora de la Productividad mediante la Aplicación de la Teoría de Restricciones en la fabricación de sillas de la empresa Muebles de Acero Viteri, Riobamba, 2018. Tesis (Magister en Gestión Industrial y Sistemas Productivos). Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo 2018.  
Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9326>
- HEND, Ahmed. The Application of Theory of Constraints in a Production Planning Process With reference to its application in ABB Company, Giza Governorate, 2016. Tesis (Maestro de la Ciencia en Logística de Comercio Exterior). Giza Governorate 2016.  
Disponible en <https://n9.cl/ma4no>
- HERNÁNDEZ, S. FERNÁNDEZ C. Y BAPTISTA, L. Metodología de la investigación. 3ra ed. México, editorial Mc Graw Hill, 2014. 632 pp.  
ISBN: 978-1456223960
- IMPORTACIONES de suministros. Asociación Automotriz del Perú [en línea] [Fecha de consulta: 05 de setiembre del 2020]. Disponible en: <https://aap.org.pe/estadisticas/informe-estadistico-automotor/>
- JARKKO, Mattila. Utilization of narrow theory in the development of the design part of the order delivery process., Helsinki, 2015. Thesis (Diploma Thesis Degree Program in Electronics and Electrical Engineering). Helsinki: Aalto University School of Science 2015.  
Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/80714467.pdf>
- JORMA, Olavi. Using Theory of Constraints to increase control in a complex manufacturing environment - Case CandyCo: Make-to-stock production with a broad product offering and hundreds of components, Helsinki, 2014. Thesis

(Master of Science – Economics and Business Administration). Helsinki: Aalto University School of Business 2014.

Disponible en <https://aaltodoc2.org.aalto.fi/handle/123456789/12254>

- KRAJEWSKI, Lee, RITZMAN, Larry y MALHOTRA Manoj. Administración de Operaciones. [en línea]. 8va Ed. México: Pears Educación, 2008 [Fecha de consulta: 18 de setiembre de 2020]. Disponible en [https://www.academia.edu/8583854/Administracion\\_De\\_Operaciones\\_LEE\\_J\\_KRAJEWSKI\\_1\\_](https://www.academia.edu/8583854/Administracion_De_Operaciones_LEE_J_KRAJEWSKI_1_)  
ISBN: 978-970-26-1217-9
- LINHART, Jakub. Theory Of Constraints and its Application in a Specific Company, Žerotínovo Náměstí, 2013. Thesis (Diploma in Economics and Business Management). Žerotínovo Náměstí: Masaryk University faculty of Economics and Administration 2013. Disponible en [https://is.muni.cz/th/bxp6t/Diplomova\\_prace\\_Linhart\\_Jakub\\_401436.pdf](https://is.muni.cz/th/bxp6t/Diplomova_prace_Linhart_Jakub_401436.pdf)
- LUDEVID, Manuel y OLLE, Monserrat. Como crear su propia empresa: Factores clave de Gestión. [en línea]. 2da.Ed. España: Marcobombo,1994 [Fecha de consulta: 18 de setiembre de 2020]. Disponible en [https://books.google.com.pe/books?id=tSLLL9MQFaIC&printsec=copyright&hl=es&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=tSLLL9MQFaIC&printsec=copyright&hl=es&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)  
ISBN: 38846795
- METODOLOGIA de la Investigación Cuantitativa – Cualitativa y Redacción de Tesis por Ñaupas Humberto [et al.]. Bogotá: Editorial Ediciones de la U, 2014. 164pp.  
ISBN: 978-958-762-188-4
- MEZA, Jessica. Aplicación de la Teoría de Restricciones para mejorar la productividad de la sede Chorrillos – LVSEA en la empresa Flashman S.A.C. San Miguel, 2017. Tesis (Titulo Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo 2017.  
Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1679>
- MISTEREK, Susan, DOOLEY, Kevin y ANDERSON, John. Productivity as a Performance Measure. International Journal of Operations & Production Management [en línea]. January 1992, Vol. 12 No. 1, pp. 29-45. [Fecha de

consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1108/EUM00000000012940>

ISSN: 0144-3577

- MODELO de teoría de restricciones con consideraciones de optimización y simulación – Un caso de estudio por Herrera Vidal German [et al.]. Revista Espacios [en línea]. Marzo 2018. [Fecha de consulta: 12 de Setiembre del 2020].  
Disponible en <https://www.revistaespacios.com/a18v39n03/a18v39n03p10.pdf>
- MOKATE, Karen. Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad. Washington DC: Banco Interamericano de Negocios [en línea]. Julio de 2001. [Fecha de consulta: 18 de Setiembre de 2020].  
Disponible en <https://cutt.ly/FfJpTtE>
- NOMBERTO, Neyssen y SEGURA, Cristhian. Propuesta de implementación de mejora en el proceso de reencauchado de neumáticos para incrementar la productividad en la empresa reencauchadora Rubbers srl – Cajamarca. Tesis (título de Ingeniero Industrial). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2017. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10679>
- METODOLOGIA de la Investigación: Cuantitativa – Cualitativa y redacción de la tesis por Ñaupas Humberto [et al.]. Colombia: Ediciones de la U. 2014. 256ppp.  
ISBN: 978-958-762-188-4
- PATRÓN, Oscar y VARGAS, José. Factores internos y externos a la empresa que propician entornos de productividad en el sector privado. Revista Libre Empresa [en línea]. Enero-junio de 2019, vol. 16, No. 1. [Fecha de consulta: 18 de Setiembre de 2020].  
Disponible en <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/libreempresa/article/view/5910>  
ISSN 1657-2815
- RENOVACIÓN del parque automotor [en línea]. Diario El Peruano.PE. 13 de agosto del 2019. [Fecha de consulta: 05 de setiembre del 2020]. Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia-renovacion-del-parque-automotor-82422.aspx>

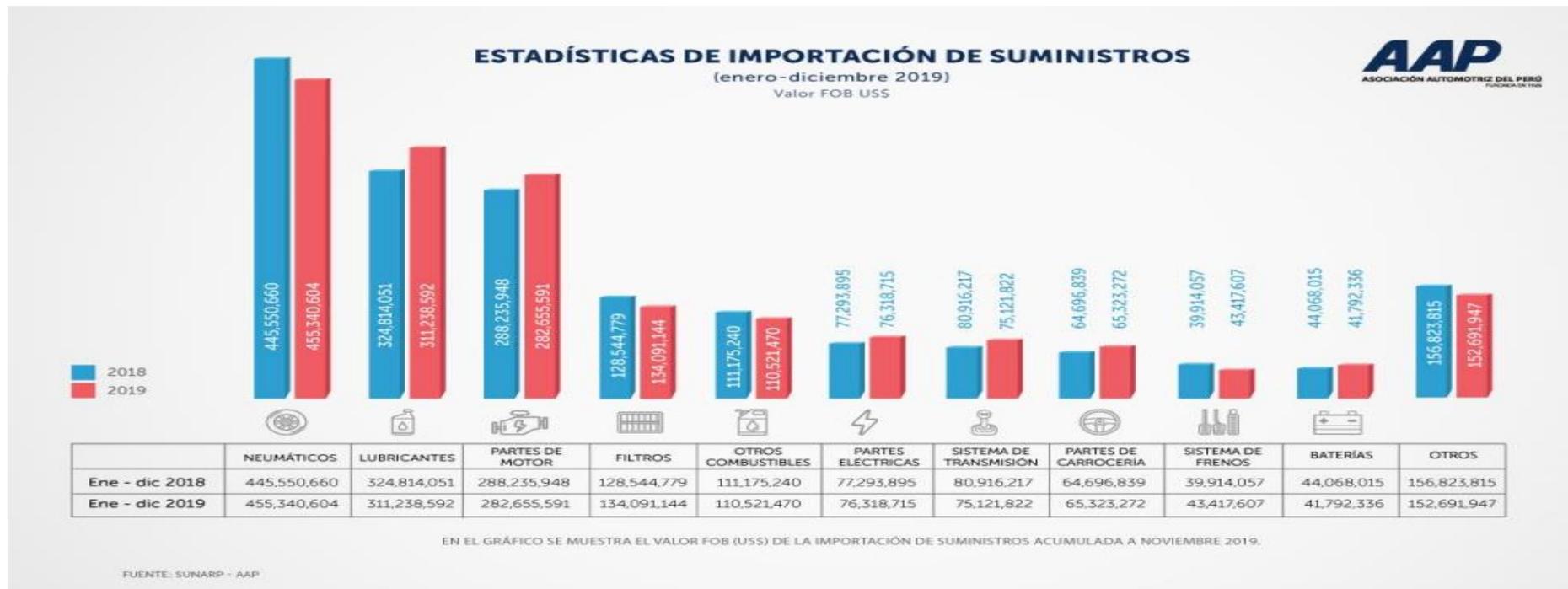
- RINCON, Carlos. Indicadores de Costos [en línea]. Junio del 2011. [Fecha de consulta: 18 de Setiembre de 2020.] Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/301769916\\_Indicadores\\_de\\_costos](https://www.researchgate.net/publication/301769916_Indicadores_de_costos)
- ROHLWING, Kevin. How Truck Tire Retreading Has Changed [en línea]. 4 de Diciembre 2019 [Fecha de consulta: 5 de setiembre de 2020]. Disponible en <https://www.truckinginfo.com/345863/how-truck-tire-retreading-has-changed>
- ROJAS, M, JAIMES, L, y VALENCIA, M. Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. Revista Espacios [en línea]. 2018, Vol. 39 (Nº 06). [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en <https://www.revistaespacios.com/a18v39n06/18390611.html>  
ISSN 0798 1015
- SALINAS, Isai. Aplicación de la Teoría de Restricciones para incrementar la productividad en el proceso de despacho en la empresa VMWARESIS SAC- Los Olivos. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo 2018.  
Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33906>
- SINGH, Harinder, MOTWANI, Jaideep, y KUMAR, Ashok. A review and analysis of the state-of-the-art research on productivity measurement. Journal of Industrial Management & Data Systems [en línea]. July 2000, Vol. 100 No. 5, pp. 234-241. [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1108/02635570010335271>  
ISSN: 0263-5577
- SIMIC, Vladimir. Interval-parameter chance-constrained programming model for uncertainty-based decision making in tire retreading industry [en línea]. 20 November 2017, Volumen 167, paginas 1490-1498 [Fecha de consulta: 5 de setiembre de 2020]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965261631753X>
- SUNG-JONG, Kim. Productivity of Cities [en línea]. 2a ed. New York: Routledge Taylor & Francis Group, 2018 [fecha de consulta: 18 de setiembre de 2020].  
Disponible en: <https://cutt.ly/kfJo1Cj>
- TECHT, Uwe. Goldratt y la Teoría de Restricciones: el salto cuántico en gerencia. [en línea]. 1ra. ed. España: Ibidem-Verlag, 2016. [fecha de consulta:

18 de setiembre de 2020]. Disponible en [https://books.google.com.pe/books?id=qY40DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=qY40DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)  
ISBN: 978-3-8382-0697-4

- VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. 2ª ed. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L., 2013. 495 pp.  
ISBN: 9786123028787
- VEGA, Manuela. Iniciativas nacionales para el reciclaje de llantas usadas en Colombia. Monografía (Especialista en Gestión ambiental). Bogotá: Fundación universidad de américa facultad de educación permanente y avanzada especialización gestión ambiental Bogotá D.C., 2020. Disponible en <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7844/1/233203-2020-I-GA.pdf>
- YONGCAI, Wang, QIANCHUAN, ZHAO y DAZHONG, Zheng. Bottlenecks in production networks: An overview. [en línea]. Junio 2015. [Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2020].  
Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/226154874\\_Bottlenecks\\_in\\_production\\_networks\\_An\\_overview](https://www.researchgate.net/publication/226154874_Bottlenecks_in_production_networks_An_overview)
- WALTERS, David y HELMAN, Deborah. Strategic Capability Response Analysis [en línea]. USA: Springer, Cham, 2020 [Fecha de consulta: 18 de Setiembre de 2020].  
Disponible en [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-22944-3\\_6](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-22944-3_6)  
ISBN 978-3-030-22944-3

## ANEXOS

Anexo 1: Estadísticas de importación de Suministros (enero-diciembre 2019).



Fuente: Sunarp - AAP

Anexo 2: Estadísticas de Importación de Suministros (enero-julio 2020/enero-julio 2019).



EN EL GRÁFICO SE MUESTRA EL VALOR FOB (US\$) DE LA IMPORTACIÓN DE SUMINISTROS ENERO - JULIO 2020 Y ENERO - JULIO 2019

FUENTE: SUNARP - AAP

Fuente: Sunarp – AAP

### Anexo 3: Matriz de Correlación.

Causas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	Puntaje	Porcentaje		
C1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	14	10%		
C2	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	4%		
C3	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	3%		
C4	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	5	4%		
C5	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	5%		
C6	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	5%		
C7	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	11%		
C8	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	11	8%		
C9	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	9	6%		
C10	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2%		
C11	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	7	5%		
C12	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	6	4%		
C13	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	4	3%		
C14	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	5	4%		
C15	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	8	6%		
C16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	13	9%		
C17	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	8	6%		
C18	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	9	6%		
C19	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	4	3%		
																						140	100%

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 4: Tabla de Causas.

Código	Causas	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado	% Acumulado
C7	Personal no capacitado	15	10%	15	10%
C1	Falla en la Línea de producción	14	10%	29	20%
C16	No se cuenta con un plan maestro de producción	13	9%	42	29%
C8	Falta de supervisión	11	8%	53	37%
C9	Procedimientos no existen	9	6%	62	43%
C18	Maquinaria desactualizada	9	6%	71	49%
C15	No se registran los errores o defectos en la línea de producción	8	6%	79	55%
C17	No se cuenta con un plan de mantenimiento	8	6%	87	60%
C5	Ordenes de compra fuera de tiempo	7	5%	94	65%
C6	No se cuenta con stock de seguridad	7	5%	101	70%
C11	Ruido Excesivo	7	5%	108	75%
C12	Exceso de Polvo	6	4%	114	79%
C2	Retraso al inicio de las tareas diarias	5	3%	119	83%
C4	Uso excesivo de consumibles	5	3%	124	86%
C14	No se cuenta con control de reclamos	5	3%	129	90%
C3	Falta de materiales en la línea de producción	4	3%	133	92%
C13	No se registran indicadores de producción	4	3%	137	95%
C19	Fallas eléctricas	4	3%	141	98%
C10	Poca Iluminación	3	2%	144	100%
		144	100%		

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 5: Matriz de Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Escala
Teoría de Restricciones	Según Goldratt (1993) La TOC se basa en que toda organización es creada para lograr una meta. Si nuestra organización tiene como meta el ganar dinero, debemos estar consciente que los logros obtenidos, ha estado determinado por la o las restricciones que actúan sobre la organización. Si no hubiese existido alguna restricción, los logros obtenidos pudieron haber sido infinitos. El objetivo de la teoría es aumentar ganancias en costos y largos plazos	La Teoría de Restricciones a través de su metodología identifica el tipo de restricción que está afectando la productividad en el área de producción, a través del cuello de botella y la medición de costo en la Empresa Contitread Perú S.A.C.	Cuello de botella	$SPI = \frac{PR}{PP} \times 100\%$ <p>SPI: Índice de control de plazos (%)                      PR: Plazos reales por estación (unidades)                      PP: Plazos Programados por estación (unidades)</p>	Razón
			Medición de costo	$CPI = \frac{CR}{CP} \times 100\%$ <p>CPI: Índice de control de costos (%)                      CR: Costos reales por estación (S/.)                      CP: Costos programados por estación (S/.)</p>	Razón
Productividad	Se define Productividad como una relación entre las entradas y salidas en el proceso productivo, básicamente es cuán eficientemente se utilizan los insumos en la producción de un producto (Sung-Jong, 2018, p. 15).	La medición de la productividad va a depender de dos Índices de eficiencia y eficacia, al determinar un valor a cada una, y realizando un producto de ambos, obtendremos un valor que nos indicara la productividad en el momento de la medición.	Eficiencia	$EF = \frac{TUD}{TPD} \times 100\%$ <p>EF: Eficiencia (%)                      TUD: Tiempo Útil por día (minutos)                      TPD: Tiempo Programado por día (minutos)</p>	Razón
			Eficacia.	$EFA = \frac{LRRD}{LPRD} \times 100\%$ <p>EFA: Eficacia (%)                      LRRD: Llantas reencauchadas real por día (unidades)                      LPRD: Llantas programadas reencauchadas por día. (unidades)</p>	Razón

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6: Cronograma de actividades desde el inicio de la investigación hasta el final del mismo.

DIAGRAMA DE GANT DEL DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION DE LA EMPRESA CONTRITEAD PERU S.A.C.		Feb-20				Mar-20				Abr-20				May-20				Dic-21				Ene-21				Feb-21				Mar-21							
Etapas	Actividades Programadas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		Situacion actual de la empresa	Lineamientos para la elaboracion del proyecto	█																																	
Planteamiento del problema de investigacion	█		█																																		
Desarrollo Marco Teorico y antecedentes	█		█																																		
Desarrollo de objetivos, hipotesis y justificacion.	█		█																																		
Desarrollo de la matriz de operacionalizacion	█		█																																		
Desarrollo de diseño, tipo y nivel de investigacion			█	█																																	
Definición de la poblacion, muestra y muestreo			█	█																																	
Selección de las tecnica e instrumentos			█	█																																	
Plan de Mejora	Metodo de analisis y aspectos eticos		█	█																																	
	Se realizara toma de datos de la eficiencia, eficacia y productividad (Pre Test)		█	█	█	█																															
	Se Identificara el la mayor restricción del proceso						█	█	█	█	█																										
	Se llevara un control de la produccion										█	█	█	█																							
Aplicación de la mejora	Aplicación de las 5 fases de TOC												█	█	█	█																					
	Demostracion de la identificacion de la mayor restricción con la aplicación de las 5 fase de TOC.																█	█	█	█	█																
	Implementación de las capacitaciones programadas y conciencia de las 5'S																	█	█	█	█	█															
	Se aplico el estudio de tiempos y eficiencia de la produccion de los operadores para poder realizar esta mejora en el proceso de reencauche al aplicar el TOC																					█	█	█	█	█											
Situacion mejorada de la empresa.	Se registraron todas las observaciones que en el futuro ayudara a tener la empresa estandarizada																				█	█	█	█	█												
	Se realizara toma de datos de la eficiencia, eficacia y productividad (Post Test)																										█	█	█	█							
	Se originaron cambios en la produccion de llantas reencauchadas como el control de la produccion , originando un mejor flujo en la linea de produccion.																													█	█						
	Se logro mejorar la productividad de la empresa con la aplicación de la teoria de restricciones.																														█	█					
	Se logro mejorar la calidad de produccion de las llantas reencauchadas, disminuyendo tiempo de ciclo, el numero de fallas en el proceso.																														█	█					

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 7: Flujo de caja

DETALLE	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>COSTO DE OPERACIÓN PRE TEST</b>		47409.25	47409.25	47409.25	47409.25	47409.25	47409.25	47409.25	47409.25	47409.25	47409.25	47409.25	47409.25
MANO DE OBRA		14102.52	14102.52	14102.52	14102.52	14102.52	14102.52	14102.52	14102.52	14102.52	14102.52	14102.52	14102.52
MATERIALES		30842.47	30842.47	30842.47	30842.47	30842.47	30842.47	30842.47	30842.47	30842.47	30842.47	30842.47	30842.47
CIF		2464.26	2464.26	2464.26	2464.26	2464.26	2464.26	2464.26	2464.26	2464.26	2464.26	2464.26	2464.26
<b>COSTO DE OPERACIÓN POST TEST</b>		42342.09	42342.09	42342.09	42342.09	42342.09	42342.09	42342.09	42342.09	42342.09	42342.09	42342.09	42342.09
MANO DE OBRA		12551.24	12551.24	12551.24	12551.24	12551.24	12551.24	12551.24	12551.24	12551.24	12551.24	12551.24	12551.24
MATERIALES		27449.80	27449.80	27449.80	27449.80	27449.80	27449.80	27449.80	27449.80	27449.80	27449.80	27449.80	27449.80
CIF		2341.05	2341.05	2341.05	2341.05	2341.05	2341.05	2341.05	2341.05	2341.05	2341.05	2341.05	2341.05
<b>BENEFICIO</b>		5067.16	5067.16	5067.16	5067.16	5067.16	5067.16	5067.16	5067.16	5067.16	5067.16	5067.16	5067.16
INVERSIÓN	14897.00												
FLUJO DE CAJA	-14897.00	-9829.84	-4762.68	304.49	5371.65	10438.81	15505.97	20573.13	25640.30	30707.46	35774.62	40841.78	45908.95

MATERIALES DE TESISTAS	6497.00
COSTO DE CAPACITACIÓN	1000.00
COSTO DE LUMINARIAS	1400.00
COSTO HH TESISTAS	2000.00
MATERIALES PARA IMPLEMENTACIÓN	3500.00
OTROS GASTOS IMPREVISTOS	500.00
INVERSION TOTAL	14897.00

VAN	69639.84
TIR	29%

COSTO DE OPORTUNIDAD (COK)	10%
----------------------------	-----

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 8: Juicio de expertos 1



### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor:

**Dr. Jorge Díaz Dumont**

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Norte, promoción 2020, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el título de bachiller.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: **"Aplicación de la teoría de restricciones para incrementar la productividad en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020."** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

  
\_\_\_\_\_  
Rubina Salazar, Juan Oscar  
D.N.I.: 43653682

  
\_\_\_\_\_  
Brian André, Suárez Reyes  
D.N.I.: 47648901

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DIMENSIONES

### Variable: TEORÍA DE RESTRICCIONES

Cada sistema debe tener como mínimo una restricción de no ser así, un sistema real como una empresa lucrativa obtendría beneficios incalculables. Por lo tanto, una restricción es: "cualquier obstáculo que limite a un sistema alcanzar su mayor rendimiento con respecto a su objetivo" (Goldratt, 2013, p.453).

### Dimensiones de la variable: TEORÍA DE RESTRICCIONES

#### Dimensión 1 CUELLOS DE BOTELLA

Según Goldratt (2005) expresa que los cuellos de botella son procesos que se encuentran en cualquier situación son menos factibles si se procesan de una manera lenta., este proceso consiste básicamente en lograr trabajar a ritmos cada vez más parejos, aumentando poco a poco su velocidad hasta llegar a la capacidad límite para poder balancear el proceso. Esta teoría se aplica más en la industria sobre todo en la parte de la producción ya que al tener un sistema lento genera para el área un retraso y la empresa se ve muy limitada (p. 383).

#### Dimensión 2 MEDICIÓN DE COSTOS

Para Rincon (2011). La medición de costos visualiza al administrador como elemento principal en la toma de control, evaluación y desarrollo de la empresa a nivel operativa, ya que ofrece la capacidad de medición y contabilización de los modelos, con un alto contenido financiero y administrativo, resaltando de esta manera lo fundamental del uso de datos en la toma de decisiones (p. 111)

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE DEPENDIENTE Y SUS DIMENSIONES

### Variable: PRODUCTIVIDAD

En la actualidad, Guo, Wald, y Beaujon (2020), definen el entendimiento de la productividad como una función dependiente de los datos de un evento. Perspectiva mente está cambia en el tiempo dentro de una red de usuarios, entonces el análisis de datos puede identificar a los principales colaboradores que pueden ser más esenciales, nos ayuda a mostrar indicadores específicos para cada trabajador.

#### **Dimensiones de la variable: PRODUCTIVIDAD**

##### **Dimensión 1 EFICIENCIA**

Rojas, Jaimes y Valencia (2018), nos indican que la eficiencia es la manera de llegar a un resultado deseado, optimizando los recursos con que contamos, y acotar que necesitamos tener una comparación de otro valor para decir que la actividad trazada fue eficiente, dado que con una sola medición no se puede afirmar este concepto en una tarea realizada.

##### **Dimensión 1 EFICACIA**

La Eficacia para Rojas, Jaimes y Valencia (2018), refieren lo siguiente que esta palabra se puede entender cómo hacer o lograr algo, con un mejor enfoque nos refiere a la capacidad de llegar a una meta u objetivo propuesto previamente en un tiempo determinado.

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Escala	Escala
Teoría de Restricciones	Según Goldratt (1993) La TOC se basa en que toda organización es creada para lograr una meta. Si nuestra organización tiene como meta el ganar dinero, debemos estar consciente que los logros obtenidos, ha estado determinado por la o las restricciones que actúan sobre la organización. Si no hubiese existido alguna restricción, los logros obtenidos pudieron haber sido infinitos. El objetivo de la teoría es aumentar ganancias en costos y largos plazos	La Teoría de Restricciones a través de su metodología identifica el tipo de restricción que está afectando la productividad en el área de producción, a través del cuello de botella y la medición de costo en la Empresa ContiTread Perú S.A.C.	Cuello de botella	$SPI = \frac{PR}{PP} \times 100\%$ <p>SPI: Índice de control de plazos (%)                      PR: Plazos reales por estación (unidades)                      PP: Plazos Programados por estación (unidades)</p>	Razón
			Medición de costo	$CPI = \frac{CR}{CP} \times 100\%$ <p>CPI: Índice de control de costos (%)                      CR: Costos reales por estación (S/.)                      CP: Costos programados por estación (S/.)</p>	Razón
Productividad	Se define Productividad como una relación entre las entradas y salidas en el proceso productivo, básicamente es cuán eficientemente se utilizan los insumos en la producción de un producto (Sung-Jong, 2018, p. 15).	La medición de la productividad va a depender de dos índices de eficiencia y eficacia, al determinar un valor a cada una, y realizando un producto de ambos, obtendremos un valor que nos indicara la productividad en el momento de la medición.	Eficiencia	$EF = \frac{TUD}{TPD} \times 100\%$ <p>EF: Eficiencia (%)                      TUD: Tiempo Útil por día (minutos)                      TPD: Tiempo Programado por día (minutos)</p>	Razón
			Eficacia	$EFA = \frac{LRRD}{LPRD} \times 100\%$ <p>EFA: Eficacia (%)                      LRRD: Llantas reencachadas real por día (unidades)                      LPRD: Llantas programadas reencachadas por día. (unidades)</p>	Razón

Fuente: Elaboración propia.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES Y PRODUCTIVIDAD.**

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE: TEORÍA DE RESTRICCIONES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	<b>DIMENSIÓN 1 Cuello de Botella</b> SPI: Índice de control de plazos (%) $SPI = \frac{PR}{PP} \times 100\%$ PR: Plazos reales por estación (unidades) PP: Plazos Programados por estación (unidades)	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
		X		X		X		
2	<b>DIMENSIÓN 2 Medición de Costos</b> CPI: Índice de control de costos (%) $CPI = \frac{CR}{CP} \times 100\%$ CR: Costos reales por estación (S/.) CP: Costos programados por estación (S/.)	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
		X		X		X		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE : PRODUCTIVIDAD</b>								
3	<b>DIMENSIÓN 3 Eficiencia</b> EF: Eficiencia (%) $EF = \frac{TUD}{TPD} \times 100\%$ TUD: Tiempo Útil por día (minutos) TPD: Tiempo Programado por día (minutos)	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
		X		X		X		
4	<b>DIMENSIÓN 4 Eficacia</b> EFA: Eficacia (%) $EFA = \frac{LRRD}{LPRD} \times 100\%$ LRRD: Llantas reencachadas real por día (unidades) LPRD: Llantas programadas reencachadas por día. (unidades)	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
		X		X		X		

 Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_ **SUFICIENCIA**

 Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [ X ]**    **Aplicable después de corregir [ ]**    **No aplicable [ ]**

 Apellidos y nombres del juez validador. Dr.: **Jorge Rafael Diaz Dumont**

 DNI: **08698815**

 Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**
**27 de octubre del 2020**
<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


**Firma del Experto Informante**

## Anexo 9: Juicio de expertos 2



### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a)(ita):

**Mgr. Mery Delgado**  
**Dr. Jorge Díaz Dumont**  
**Dr. Jorge Malpartida Gutierrez**

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Norte, promoción 2020, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el título de bachiller.

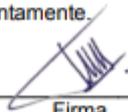
El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: **“Aplicación de la teoría de restricciones para incrementar la productividad en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020.”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Firma

Rubina Salazar, Juan Oscar  
D.N.I.: 43653682



Firma

Brian André, Suárez Reyes  
D.N.I.: 47648901

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DIMENSIONES

### Variable: TEORÍA DE RESTRICCIONES

Cada sistema debe tener como mínimo una restricción de no ser así, un sistema real como una empresa lucrativa obtendría beneficios incalculables. Por lo tanto, una restricción es: "cualquier obstáculo que limite a un sistema alcanzar su mayor rendimiento con respecto a su objetivo" (Goldratt, 2013, p.453).

### Dimensiones de la variable: TEORÍA DE RESTRICCIONES

#### Dimensión 1 CUELLOS DE BOTELLA

Según Goldratt (2005) expresa que los cuellos de botella son procesos que se encuentran en cualquier situación son menos factibles si se procesan de una manera lenta., este proceso consiste básicamente en lograr trabajar a ritmos cada vez más parejos, aumentando poco a poco su velocidad hasta llegar a la capacidad límite para poder balancear el proceso. Esta teoría se aplica más en la industria sobre todo en la parte de la producción ya que al tener un sistema lento genera para el área un retraso y la empresa se ve muy limitada (p. 383).

#### Dimensión 2 MEDICIÓN DE COSTOS

Para Rincon (2011). La medición de costos visualiza al administrador como elemento principal en la toma de control, evaluación y desarrollo de la empresa a nivel operativa, ya que ofrece la capacidad de medición y contabilización de los modelos, con un alto contenido financiero y administrativo, resaltando de esta manera lo fundamental del uso de datos en la toma de decisiones (p. 111)

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE DEPENDIENTE Y SUS DIMENSIONES

### Variable: PRODUCTIVIDAD

En la actualidad, Guo, Wald, y Beaujon (2020), definen el entendimiento de la productividad como una función dependiente de los datos de un evento. Perspectiva mente está cambia en el tiempo dentro de una red de usuarios, entonces el análisis de datos puede identificar a los

principales colaboradores que pueden ser más esenciales, nos ayuda a mostrar indicadores específicos para cada trabajador.

#### **Dimensiones de la variable: PRODUCTIVIDAD**

##### **Dimensión 1 EFICIENCIA**

Rojas, Jaimes y Valencia (2018), nos indican que la eficiencia es la manera de llegar a un resultado deseado, optimizando los recursos con que contamos, y acotar que necesitamos tener una comparación de otro valor para decir que la actividad trazada fue eficiente, dado que con una solo medición no se puede afirmar este concepto en una tarea realizada.

##### **Dimensión 1 EFICACIA**

La Eficacia para Rojas, Jaimes y Valencia (2018), refieren lo siguiente que esta palabra se puede entender cómo hacer o lograr algo, con un mejor enfoque nos refiere a la capacidad de llegar a una meta u objetivo propuesto previamente en un tiempo determinado.

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Escala	Escala
Teoría de Restricciones	Según Goldratt (1993) La TOC se basa en que toda organización es creada para lograr una meta. Si nuestra organización tiene como meta el ganar dinero, debemos estar consciente que los logros obtenidos, ha estado determinado por la o las restricciones que actúan sobre la organización. Si no hubiese existido alguna restricción, los logros obtenidos pudieron haber sido infinitos. El objetivo de la teoría es aumentar ganancias en costos y largos plazos	La Teoría de Restricciones a través de su metodología identifica el tipo de restricción que está afectando la productividad en el área de producción, a través del cuello de botella y la medición de costo en la Empresa ContiTread Perú S.A.C.	Cuello de botella	$SPI = \frac{PR}{PP} \times 100\%$  SPI: Índice de control de plazos (%) PR: Plazos reales por estación (unidades) PP: Plazos Programados por estación (unidades)	Razón
			Medición de costo	$CPI = \frac{CR}{CP} \times 100\%$  CPI: Índice de control de costos (%) CR: Costos reales por estación (S/.) CP: Costos programados por estación (S/.)	Razón
Productividad	Se define Productividad como una relación entre las entradas y salidas en el proceso productivo, básicamente es cuán eficientemente se utilizan los insumos en la producción de un producto (Sung-Jong, 2018, p. 15).	La medición de la productividad va a depender de dos Índices de eficiencia y eficacia, al determinar un valor a cada una, y realizando un producto de ambos, obtendremos un valor que nos indicara la productividad en el momento de la medición.	Eficiencia	$EF = \frac{TUD}{TPD} \times 100\%$  EF: Eficiencia (%) TUD: Tiempo Útil por día (minutos) TPD: Tiempo Programado por día (minutos)	Razón
			Eficacia	$EFA = \frac{LRRD}{LPRD} \times 100\%$  EFA: Eficacia (%) LRRD: Llantas reencachadas real por día (unidades) LPRD: Llantas programadas reencachadas por día. (unidades)	Razón

Fuente: Elaboración propia.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES Y PRODUCTIVIDAD.**

Nº	VARIABLE INDEPENDIENTE: TEORÍA DE RESTRICCIONES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
	<b>DIMENSIÓN 1 Cuello de Botella</b>							
1	$SPI = \frac{PR}{PP} \times 100\%$ SPI: Índice de control de plazos (%) PR: Plazos reales por estación (unidades) PP: Plazos Programados por estación (unidades)	✓		✓		✓		
	<b>DIMENSIÓN 2 Medición de Costos</b>							
2	$CPI = \frac{CR}{CP} \times 100\%$ CPI: Índice de control de costos (%) CR: Costos reales por estación (S/.) CP: Costos programados por estación (S/.)	✓		✓		✓		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE : PRODUCTIVIDAD</b>							
	<b>DIMENSIÓN 3 Eficiencia</b>							
3	$EF = \frac{TUD}{TPD} \times 100\%$ EF: Eficiencia (%) TUD: Tiempo Útil por día (minutos) TPD: Tiempo Programado por día (minutos)	✓		✓		✓		
	<b>DIMENSIÓN 4 Eficacia</b>							
4	$EFA = \frac{LRRD}{LPRD} \times 100\%$ EFA: Eficacia (%) LRRD: Llantas reencachadas real por día (unidades) LPRD: Llantas programadas reencachadas por día. (unidades)	✓		✓		✓		

 Observaciones (precisar si hay suficiencia): **Sí hay suficiencia**

 Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [ X ]**    **Aplicable después de corregir [ ]**    **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador: MSc Delgado Montes, Mary Laura

DNI: 42917804

Especialidad del validador: Gestión de procesos y operaciones

03 de Noviembre del 2020

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.


 Firma del Experto Informante.

Fuente: UCV

## Anexo 10: Juicio de expertos 3



### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a)(ita):

**Mgtr. Mery Delgado**  
**Dr. Jorge Díaz Dumont**  
**Dr. Jorge Malpartida Gutierrez**

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Norte, promoción 2020, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el título de bachiller.

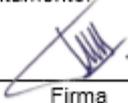
El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: **“Aplicación de la teoría de restricciones para incrementar la productividad en la empresa Contitread Perú SAC, S.M.P., 2020.”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Firma

Rubina Salazar, Juan Oscar  
D.N.I.: 43653682



Firma

Brian André, Suárez Reyes  
D.N.I.: 47648901

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DIMENSIONES

**Variable:** TEORÍA DE RESTRICCIONES

Cada sistema debe tener como mínimo una restricción de no ser así, un sistema real como una empresa lucrativa obtendría beneficios incalculables. Por lo tanto, una restricción es: "cualquier obstáculo que limite a un sistema alcanzar su mayor rendimiento con respecto a su objetivo" (Goldratt, 2013, p.453).

**Dimensiones de la variable:** TEORÍA DE RESTRICCIONES

**Dimensión 1 CUELLOS DE BOTELLA**

Según Goldratt (2005) expresa que los cuellos de botella son procesos que se encuentran en cualquier situación son menos factibles si se procesan de una manera lenta., este proceso consiste básicamente en lograr trabajar a ritmos cada vez más parejos, aumentando poco a poco su velocidad hasta llegar a la capacidad límite para poder balancear el proceso. Esta teoría se aplica más en la industria sobre todo en la parte de la producción ya que al tener un sistema lento genera para el área un retraso y la empresa se ve muy limitada (p. 383).

**Dimensión 2 MEDICIÓN DE COSTOS**

Para Rincon (2011). La medición de costos visualiza al administrador como elemento principal en la toma de control, evaluación y desarrollo de la empresa a nivel operativa, ya que ofrece la capacidad de medición y contabilización de los modelos, con un alto contenido financiero y administrativo, resaltando de esta manera lo fundamental del uso de datos en la toma de decisiones (p. 111)

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE DEPENDIENTE Y SUS DIMENSIONES

**Variable:** PRODUCTIVIDAD

En la actualidad, Guo, Wald, y Beaujon (2020), definen el entendimiento de la productividad como una función dependiente de los datos de un evento. Perspectiva mente está cambia en el tiempo dentro de una red de usuarios, entonces el análisis de datos puede identificar a los

principales colaboradores que pueden ser más esenciales, nos ayuda a mostrar indicadores específicos para cada trabajador.

#### **Dimensiones de la variable: PRODUCTIVIDAD**

##### **Dimensión 1 EFICIENCIA**

Rojas, Jaimes y Valencia (2018), nos indican que la eficiencia es la manera de llegar a un resultado deseado, optimizando los recursos con que contamos, y acotar que necesitamos tener una comparación de otro valor para decir que la actividad trazada fue eficiente, dado que con una sola medición no se puede afirmar este concepto en una tarea realizada.

##### **Dimensión 1 EFICACIA**

La Eficacia para Rojas, Jaimes y Valencia (2018), refieren lo siguiente que esta palabra se puede entender cómo hacer o lograr algo, con un mejor enfoque nos refiere a la capacidad de llegar a una meta u objetivo propuesto previamente en un tiempo determinado.

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Escala
Teoría de Restricciones	Según Goldratt (1993) La TOC se basa en que toda organización es creada para lograr una meta. Si nuestra organización tiene como meta el ganar dinero, debemos estar consciente que los logros obtenidos, ha estado determinado por la o las restricciones que actúan sobre la organización. Si no hubiese existido alguna restricción, los logros obtenidos pudieron haber sido infinitos. El objetivo de la teoría es aumentar ganancias en costos y largos plazos	La Teoría de Restricciones a través de su metodología identifica el tipo de restricción que está afectando la productividad en el área de producción, a través del cuello de botella y la medición de costo en la Empresa ContiTread Perú S.A.C.	Cuello de botella	$SPI = \frac{PR}{PP} \times 100\%$ SPI: Índice de control de plazos (%) PR: Plazos reales por estación (unidades) PP: Plazos Programados por estación (unidades)	Razón
			Medición de costo	$CPI = \frac{CR}{CP} \times 100\%$ CPI: Índice de control de costos (%) CR: Costos reales por estación (S/.) CP: Costos programados por estación (S/.)	Razón
Productividad	Se define Productividad como una relación entre las entradas y salidas en el proceso productivo, básicamente es cuán eficientemente se utilizan los insumos en la producción de un producto (Sung-Jong, 2018, p. 15).	La medición de la productividad va a depender de dos Índices de eficiencia y eficacia, al determinar un valor a cada una, y realizando un producto de ambos, obtendremos un valor que nos indicara la productividad en el momento de la medición.	Eficiencia	$EF = \frac{TUD}{TPD} \times 100\%$ EF: Eficiencia (%) TUD: Tiempo Útil por día (minutos) TPD: Tiempo Programado por día (minutos)	Razón
			Eficacia	$EFA = \frac{LRRD}{LPRD} \times 100\%$ EFA: Eficacia (%) LRRD: Llantas reencauchadas real por día (unidades) LPRD: Llantas programadas reencauchadas por día. (unidades)	Razón

Fuente: Elaboración propia.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES Y PRODUCTIVIDAD.**

Nº	VARIABLE INDEPENDIENTE: TEORÍA DE RESTRICCIONES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
	<b>DIMENSION 1 Cuello de Botella</b>							
1	$SPI = \frac{PR}{PP} \times 100\%$ SPI: Índice de control de plazos (%) PR: Plazos reales por estación (unidades) PP: Plazos Programados por estación (unidades)	X		X		X		
	<b>DIMENSION 2 Medición de Costos</b>							
2	$CPI = \frac{CR}{CP} \times 100\%$ CPI: Índice de control de costos (%) CR: Costos reales por estación (S/.) CP: Costos programados por estación (S/.)	X		X		X		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE : PRODUCTIVIDAD</b>							
	<b>DIMENSION 3 Eficiencia</b>							
3	$EF = \frac{TUD}{TPD} \times 100\%$ EF: Eficiencia (%) TUD: Tiempo Útil por día (minutos) TPD: Tiempo Programado por día (minutos)	X		X		X		
	<b>DIMENSION 4 Eficacia</b>							
4	$EFA = \frac{LRRD}{LPRD} \times 100\%$ EFA: Eficacia (%) LRRD: Llantas reencauchadas real por día (unidades) LPRD: Llantas programadas reencauchadas por día. (unidades)	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

 Opinión de aplicabilidad:   Aplicable []   Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

 Apellidos y nombres del juez validador: D<sup>r</sup>/ Mg: Jorge Nelson Malpartida Gutiérrez

DNI: 10400346

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

05 de noviembre del 2020

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

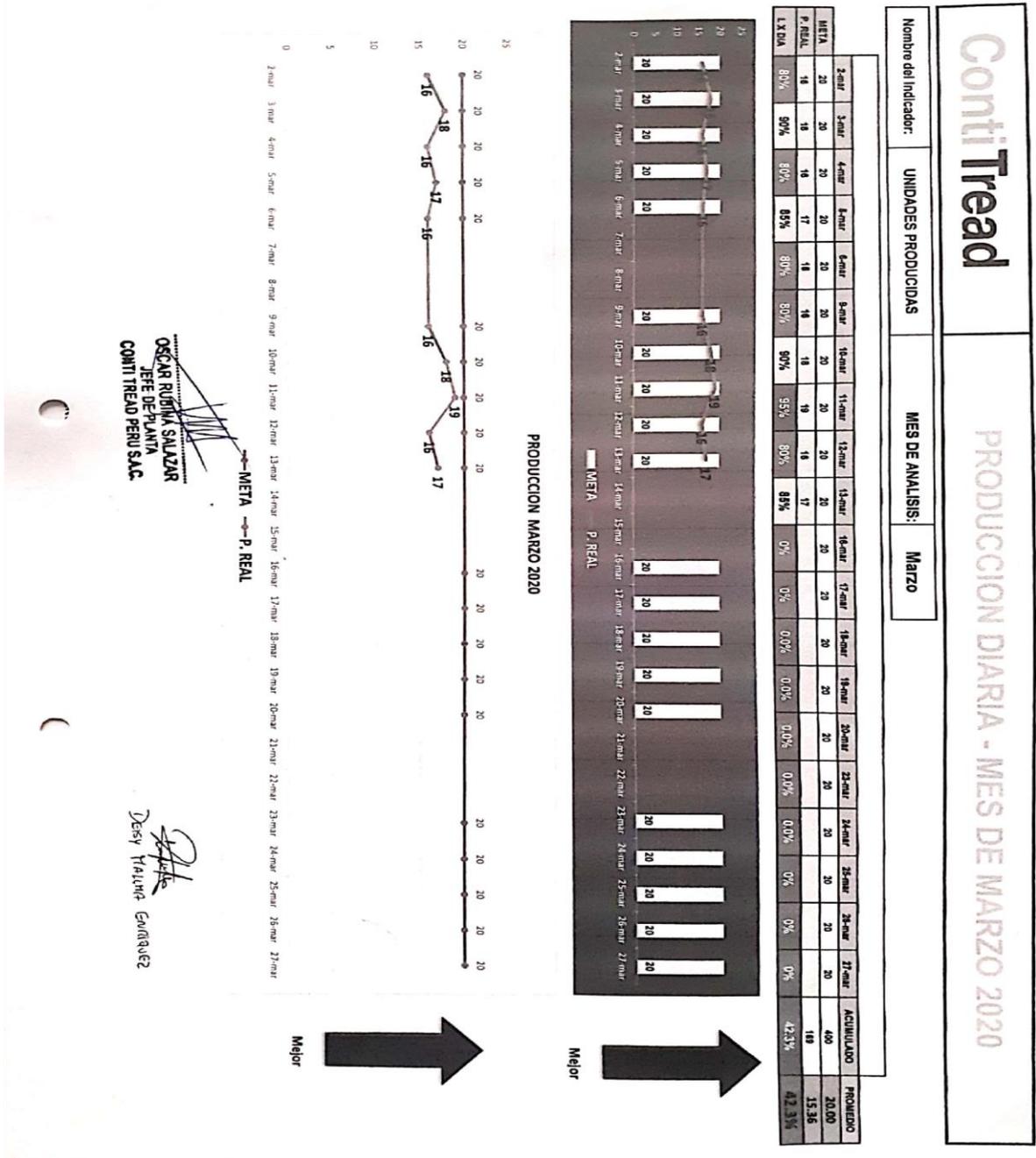
Fuente: UCV







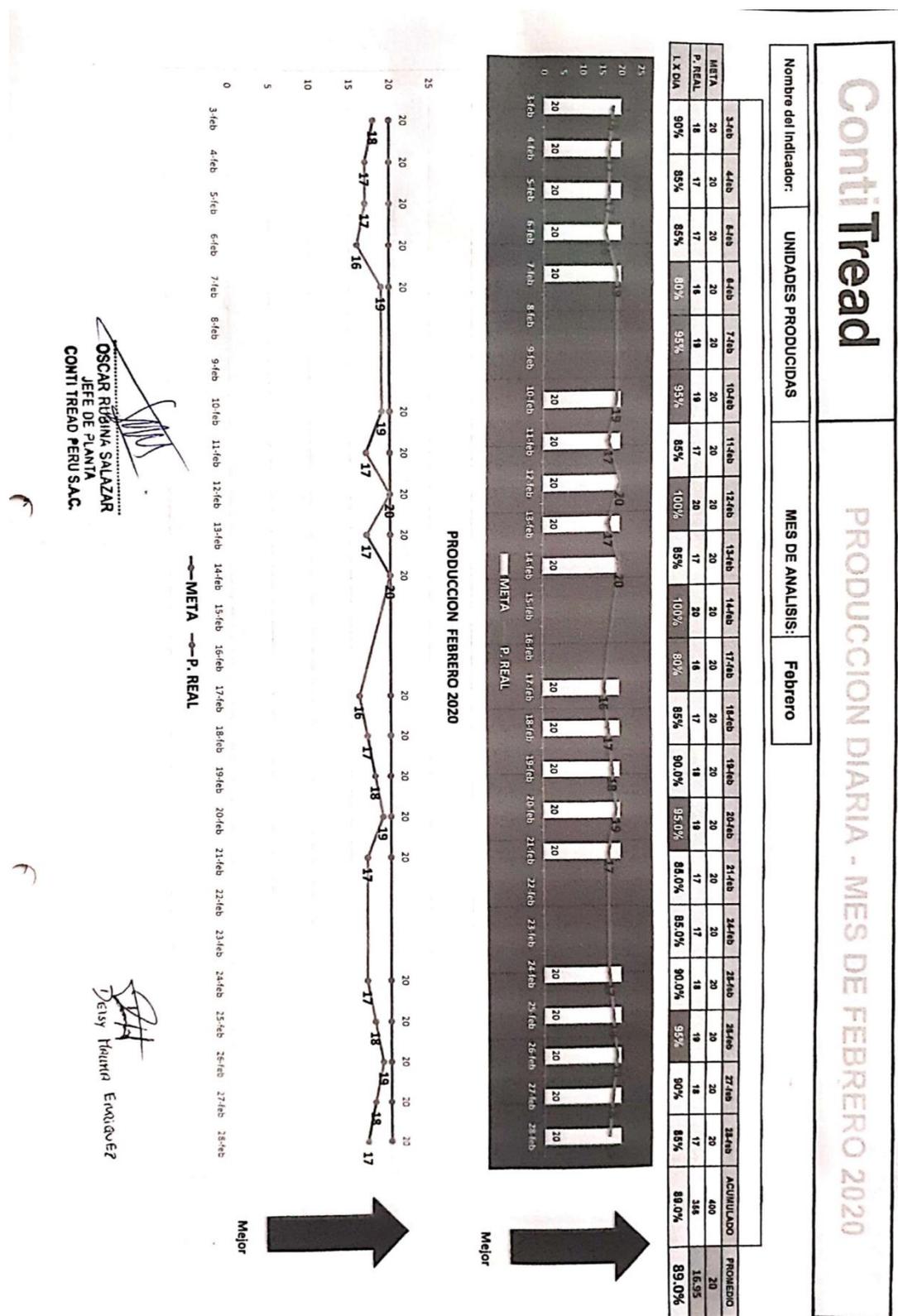
Anexo 14: Formato de producción diaria del mes de marzo 2020



Escaneado con CamScanner

Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C.

Anexo 15: Formato de producción diaria del mes de febrero 2020



Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C.

Anexo 16: Formato de control de asistencia febrero 2020, ContiTread Peru S.A.C.

ContiTread		CONTROL ASISTENCIA - PLANTA DE PRODUCCIÓN																			
MES: FEBRERO 2020.		Luis Suarez				Javier Torres				Jose Jimenez				Junior Medrano				David Alegre			
Fecha	H. Ingreso	H. Salida	Firma	H. Ingreso	H. Salida	Firma	H. Ingreso	H. Salida	Firma	H. Ingreso	H. Salida	Firma	H. Ingreso	H. Salida	Firma	H. Ingreso	H. Salida	Firma			
01	6:45	16:10	[Firma]	6:30	16:00	[Firma]	6:40	16:20	[Firma]	6:40	16:20	[Firma]	6:50	16:30	[Firma]						
03	6:50	16:45	[Firma]	6:35	16:45	[Firma]	6:32	16:50	[Firma]	6:50	16:50	[Firma]	6:45	16:45	[Firma]						
04	6:40	16:50	[Firma]	6:40	16:40	[Firma]	6:46	16:55	[Firma]	6:55	16:55	[Firma]	6:45	16:50	[Firma]						
05	6:45	16:55	[Firma]	6:32	16:50	[Firma]	6:45	16:45	[Firma]	6:50	16:50	[Firma]	6:45	16:55	[Firma]						
06	6:43	17:05	[Firma]	6:40	16:55	[Firma]	6:36	17:00	[Firma]	6:45	16:45	[Firma]	6:50	16:55	[Firma]						
08	6:45	16:56	[Firma]	6:45	16:53	[Firma]	6:37	17:05	[Firma]	6:44	17:10	[Firma]	6:35	16:50	[Firma]						
10	6:40	16:45	[Firma]	6:32	16:54	[Firma]	6:40	16:55	[Firma]	6:50	17:05	[Firma]	6:40	16:55	[Firma]						
11	6:35	16:58	[Firma]	6:36	16:53	[Firma]	6:45	16:38	[Firma]	6:55	17:00	[Firma]	6:45	16:50	[Firma]						
12	6:42	16:50	[Firma]	6:30	16:50	[Firma]	6:50	16:45	[Firma]	6:44	16:50	[Firma]	6:42	16:55	[Firma]						
13	6:47	16:40	[Firma]	6:40	16:40	[Firma]	6:45	17:10	[Firma]	6:45	16:55	[Firma]	6:45	17:00	[Firma]						
14	6:40	16:50	[Firma]	6:45	16:45	[Firma]	6:55	16:55	[Firma]	6:55	17:00	[Firma]	6:45	17:10	[Firma]						
15	6:38	16:50	[Firma]	6:40	16:40	[Firma]	6:40	16:45	[Firma]	6:50	16:45	[Firma]	6:50	16:50	[Firma]						
17	6:36	16:45	[Firma]	6:35	16:35	[Firma]	6:30	17:00	[Firma]	6:50	17:05	[Firma]	6:40	16:40	[Firma]						
18	6:45	16:48	[Firma]	6:40	16:40	[Firma]	6:35	16:55	[Firma]	6:44	17:05	[Firma]	6:40	16:55	[Firma]						
19	6:50	17:05	[Firma]	6:32	16:45	[Firma]	6:45	16:50	[Firma]	6:48	16:50	[Firma]	6:45	17:05	[Firma]						
20	6:42	17:00	[Firma]	6:40	16:55	[Firma]	6:30	17:00	[Firma]	6:50	16:55	[Firma]	6:40	17:10	[Firma]						
21	6:32	17:10	[Firma]	6:35	16:50	[Firma]	6:35	16:50	[Firma]	6:55	16:55	[Firma]	6:45	17:05	[Firma]						
22	6:35	16:50	[Firma]	6:32	16:40	[Firma]	6:40	16:55	[Firma]	6:35	16:50	[Firma]	6:45	17:00	[Firma]						
24	6:40	16:55	[Firma]	6:40	17:00	[Firma]	6:36	16:40	[Firma]	6:45	17:00	[Firma]	6:50	16:55	[Firma]						
25	6:30	16:55	[Firma]	6:36	16:45	[Firma]	6:30	16:50	[Firma]	6:50	17:05	[Firma]	6:45	16:55	[Firma]						
26	6:45	16:45	[Firma]	6:35	16:45	[Firma]	6:40	17:02	[Firma]	6:45	16:45	[Firma]	6:40	17:00	[Firma]						
27	6:38	17:05	[Firma]	6:32	16:50	[Firma]	6:32	16:55	[Firma]	6:45	17:00	[Firma]	6:45	16:00	[Firma]						
28	6:35	16:55	[Firma]	6:40	17:00	[Firma]	6:36	16:38	[Firma]	6:50	16:50	[Firma]	6:40	17:00	[Firma]						

OSCAR RUBINA SALAZAR  
JEFE DE PLANTA  
CONTITREAD PERU SAC.

Daisy Taluna Embravec?

Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C.

Anexo 17: Formato de control de asistencia Marzo 2020, ContiTread Peru S.A.C.

Conti Tread		CONTROL ASISTENCIA - PLANTA DE PRODUCCIÓN												Código	Versión		
MES: MARZO 2020		Luis Suarez			Javier Torres			Jose Jimenez			Junior Medrano			David Alegre			
Fecha	H. Ingreso	H. Salida	Firma	H. Ingreso	H. Salida	Firma	H. Ingreso	H. Salida	Firma	H. Ingreso	H. Salida	Firma	H. Ingreso	H. Salida	Firma		
02	6:40	16:30	[Firma]	6:30	16:30	[Firma]	6:35	11:30	[Firma]	6:30	16:20	[Firma]	6:35	16:40	[Firma]		
03	6:20	16:45	[Firma]	6:35	16:45	[Firma]	6:45	16:50	[Firma]	6:35	16:40	[Firma]	6:40	16:50	[Firma]		
04	6:30	16:30	[Firma]	6:40	16:40	[Firma]	6:45	12:00	[Firma]	6:45	16:45	[Firma]	6:45	16:55	[Firma]		
05	6:35	16:50	[Firma]	6:45	16:45	[Firma]	6:50	16:55	[Firma]	6:50	16:30	[Firma]	6:40	16:50	[Firma]		
06	6:30	16:35	[Firma]	6:30	16:40	[Firma]	6:50	12:00	[Firma]	6:40	16:30	[Firma]	6:50	16:40	[Firma]		
07	6:40	16:40	[Firma]	6:45	16:45	[Firma]	6:45	16:50	[Firma]	6:45	16:30	[Firma]	6:40	16:50	[Firma]		
09	6:40	16:45	[Firma]	6:40	16:45	[Firma]	6:50	16:55	[Firma]	6:40	16:40	[Firma]	6:40	16:45	[Firma]		
10	6:35	16:40	[Firma]	6:35	16:30	[Firma]	6:50	17:00	[Firma]	6:30	16:35	[Firma]	6:40	16:40	[Firma]		
11	6:30	16:50	[Firma]	6:40	16:55	[Firma]	6:45	17:10	[Firma]	6:34	16:40	[Firma]	6:45	16:50	[Firma]		
12	6:40	16:45	[Firma]	6:45	16:45	[Firma]	6:40	16:30	[Firma]	6:40	16:35	[Firma]	6:40	16:55	[Firma]		
13	6:50	16:55	[Firma]	6:30	16:55	[Firma]	6:55	16:55	[Firma]	6:35	16:40	[Firma]	6:40	17:00	[Firma]		

OSCAR RILINA SALAZAR  
JEFE DE PLANTA  
CONTITREAD PERU S.A.C.

Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C.

Anexo 18: Formato de producción planificada por día de ContiTread Peru S.A.C.

ContiTread	<b>PRODUCCIÓN PLANIFICADA DE LLANTA REENCAUCHADA POR DÍA</b>	Código	
		Versión	1
		Página	1 de 1

Número de Trabajadores	Tiempo de Labor Diario por cada Trabajador (8h x 60 min =480 min)	Tiempo Estándar por llanta Reencauchada	Capacidad Producción Teórica por Día
5	480	95.1	25.2

Capacidad =  $\frac{\text{Número de Trabajadores} \times \text{Tiempo de labor por un día}}{\text{Tiempo estándar por llanta Reencauchada}}$

Capacidad Producción Teórica por Día	Factor de Valorización	Producción Planificada de llanta reencauchada por Día en unidades
25.2	0.8	20.2

Producción Planificada = Capacidad Producción teórica por día x Factor de Valorización

Fecha de actualización de cálculo	2 de Mayo de 2019
-----------------------------------	-------------------

  
**OSCAR ROBINA SALAZAR**  
 JEFE DE PLANTA  
 CONTITREAD PERU S.A.C.

  
**Denis VALLENTE**  
 ENRIQUETA

Anexo 19: Formato de registro de tiempos estándar, área de producción de ContiTread Peru S.A.C

MEDIDA DE NEUMÁTICO		INSPECCION INICIAL	RASPADO	ESCARIADO	REPARACION	CEMENTADO	RELLENO	EMBANDADO	ARMADO Y/O ENVELOPADO	VULCANIZADO (300/20)	INSPECCION FINAL	TIEMPO ESTANDAR
		TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	
11R22.5		4	7	17	15	2	8	12	6	15	5	91
12R20		4	7	17	15	2	8	12	6	15	5	91
12R22		4	8	17	15	2	9	12	6	15	5	93
12R22.5		4	7	17	15	2	9	12	6	15	5	92
275/80R22.5		4	7	17	15	2	8	12	5	15	5	90
290/80R22.5		5	8	17	10	2	7	12	5	15	5	86
315/80R22.5		5	8	17	10	2	7	12	6	15	5	87
425/55R22.5		6	10	20	20	2	10	15	8	15	7	113
445/55R22.5		6	10	20	20	2	10	15	8	15	7	113
TIEMPO TOTAL ESTANDAR PARA PRODUCIR UNA LLANTA REENCAUCHADA												95.1

  
**OSCAR RUBINA SALAZAR**  
 JEFE DE PLANTA  
 CONTITREAD PERU S.A.C.

Fuente: Empresa Contitread Perú S.A.C.

Anexo 20: Diagrama analítico del proceso de reencauche de llantas – antes.

DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N°_1_ De:_1_ Diagrama N°:_1_		Operar. <input checked="" type="checkbox"/>		Mater. <input type="checkbox"/>	Maqui. <input type="checkbox"/>					
Proceso:		RESUMEN								
Fecha: 18-02-2020		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
El estudio Inicia: Acopio de Llantas			Operación	12						
Método: Actual:_X_ Propuesto:_____			Transporte	23						
Producto: Llanta Reencauchada			Inspección	9						
Número de Operarios: 5			Espera	12						
Elaborado por: Oscar Rubina Salazar			Almacenaje	2						
		Total de Actividades realizadas		58						
		Distancia total en metros		175.3						
		Tiempo min/hombre		119.5						
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	Almacenamiento temporal	1								
2	Traslado a Línea de producción - Inspección Inicial (Limpieza)	1	15.0	38.0						
3	Espera	1		40.0						
4	Mover la llanta en la Maquina de Inpección inicial	1	1.8	12.6						
5	Inspección inicial de la llanta a reencauchar	1		215.2						
6	Trasladar de la llanta a estación de Raspado	1	4.5	8.0						
7	Espera	1		50.2						
8	Mover la llanta a la maquina de Raspado	1	1.6	14.0						
9	Raspado de la llanta a reencauchar	1		308.2						
10	Traslado de la llanta a la estación de Escariado	1	12.6	8.1						
11	Espera	1		79.0						
12	Mover la llanta a la maquina de Escariado	1	1.6	16.3						
13	Escariado de la llanta a reencauchar	1		1598.9						
14	Traslado de la llanta a la estación de Reparación	1	10.5	15.0						
15	Espera	1		80.2						
16	Mover la llanta a la maquina de Reparación	1	1.8	14.1						
17	Reparación de la llanta a reencauchar	1		1466.4						
18	Traslado de la llanta a la estación de Corte de Banda	1	6.4	12.0						
19	Corte de Banda	1		361.8						
20	Traslado de la llanta a la estación de Cementado	1	8.4	15.0						
21	Espera	1		87.0						
22	Mover la llanta a la cabina de Cementado	1	2.8	12.0						
23	Cementado de la llanta a reencauchar	1		104.0						
24	Traslado de la llanta a la estación de Rellenado	1	5.5	18.0						
25	Espera	1		7.2						
26	Mover la llanta a maquina de Rellenado	1	1.6	11.2						
27	Rellenar la llanta a reencauchar	1		501.8						

28	Traslado de la llanta a la estación de Embandado	1	8.6	12.0					
29	Espera	1		50.0					
30	Mover la llanta a la maquina Embandadora	1	2.8	9.8					
31	Embandar la llanta a reencauchar	1		386.6					
32	Traslado de la llanta a la estación de Rolado	1	17.8	8.8					
33	Espera	1		30.0					
34	Mover la llanta a la maquina Roladora	1	1.5	9.0					
35	Rolar la llanta a reencauchar	1		178.6					
36	Traslado de las llantas la estación de Vulcanización	1	16.2	8.0					
37	Espera	1		20.0					
38	Mover la llanta al proceso de vulcanización	1	1.8	7.0					
39	Vulcanizar la llanta a reencauchar	1		893.0					
40	Traslado de la llanta a la estación de Inspección final	1	16.5	7.0					
41	Espera	1		19.0					
42	Mover la llanta a la maquina de Inspección final y acabado	1	1.8	8.0					
43	Inspección final de la llanta reencauchada y acabo	1		214.4					
44	Traslado de la llanta a la estación de Pintura	1	18.6	5.0					
45	Espera	1		14.0					
46	Pintura de la llanta reencauchada	1		156.4					
47	Espera de secado	1		30.0					
48	Traslado de la llanta al área de producto terminado	1	15.6	8.0					
49	Almacenamiento temporal de la reencauchada	1							
Tiempo Minutos: <b>119.5</b>		m	<b>175.3</b>	<b>7,168.8</b>	s				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 21: Diagrama analítico del proceso de reencauche de llantas – Después.

DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N°_1_ De: 1_ Diagrama N°: 1_		Operar. <input checked="" type="checkbox"/>		Mater. <input type="checkbox"/>	Maqui. <input type="checkbox"/>					
<b>Proceso:</b>		<b>RESUMEN</b>								
<b>Fecha: 24-02-21</b>		<b>SÍMBOLO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Act.</b>	<b>Pro.</b>	<b>Econ.</b>				
<b>El estudio Inicia:</b> Acopio de Llantas			Operación	12	12	0%				
<b>Método:</b> Actual: ___ Propuesto: X			Transporte	23	23	0%				
<b>Producto:</b> Llanta Reencauchada			Inspección	9	9	0%				
<b>Número de operario:</b> 5			Espera	12	12	0%				
<b>Elaborado por:</b> Oscar Rubina Salazar			Almacenaje	2	2	0%				
		Total de Actividades realizadas		<b>58</b>	<b>58</b>	<b>0%</b>				
		Distancia total en metros		<b>175</b>	<b>175</b>	<b>0%</b>				
		Tiempo min/hombre		<b>119</b>	<b>104</b>	<b>-13%</b>				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	Almacenamiento temporal	1								
2	Traslado a Línea de producción - Inspección Inicial (Limpieza)	1	15.0	38.0						
3	Espera	1		30.0						
4	Mover la llanta en la Maquina de Inpección inicial	1	1.8	10.6						
5	Inspección inicial de la llanta a reencauchar	1		187.2						
6	Trasladar de la llanta a estación de Raspado	1	4.5	6.0						
7	Espera	1		44.8						
8	Mover la llanta a la maquina de Raspado	1	1.6	14.0						
9	Raspado de la llanta a reencauchar	1		262.2						
10	Traslado de la llanta a la estación de Escariado	1	12.6	6.1						
11	Espera	1		76.0						
12	Mover la llanta a la maquina de Escariado	1	1.6	16.3						
13	Escariado de la llanta a reencauchar	1		1128.1						
14	Traslado de la llanta a la estación de Reparación	1	10.5	10.0						
15	Espera	1		38.2						
16	Mover la llanta a la maquina de Reparación	1	1.8	14.1						
17	Reparación de la llanta a reencauchar	1		1273.2						
18	Traslado de la llanta a la estación de Corte de Banda	1	6.4	12.0						
19	Corte de Banda	1		346.8						
20	Traslado de la llanta a la estación de Cementado	1	8.4	10.0						
21	Espera	1		81.2						
22	Mover la llanta a la cabina de Cementado	1	2.8	12.0						
23	Cementado de la llanta a reencauchar	1		90.8						
24	Traslado de la llanta a la estación de Rellenado	1	5.5	18.0						
25	Espera	1		7.2						
26	Mover la llata a maquina de Rellenado	1	1.6	11.2						
27	Rellenar la llanta a reencauchar	1		492.2						

28	Traslado de la llanta a la estación de Embandado	1	8.6	12.0						
29	Espera	1		50.0						
30	Mover la llanta a la maquina Embandadora	1	2.8	9.8						
31	Embandar la llanta a reencauchar	1		384.2						
32	Traslado de la llanta a la estación de Rolado	1	17.8	8.8						
33	Espera	1		24.0						
34	Mover la llanta a la maquina Roladora	1	1.5	9.0						
35	Rolar la llanta a reencauchar	1		175.6						
36	Traslado de las llantas la estación de Vulcanización	1	16.2	8.0						
37	Espera	1		20.0						
38	Mover la llanta al proceso de vulcanización	1	1.8	7.0						
39	Vulcanizar la llanta a reencauchar	1		867.2						
40	Traslado de la llanta a la estación de Inspección final	1	16.5	7.0						
41	Espera	1		19.0						
42	Mover la llanta a la maquina de Inspección final y acabado	1	1.8	8.0						
43	Inspección final de la llanta reencauchada y acabo	1		194.0						
44	Traslado de la llanta a la estación de Pintura	1	18.6	5.0						
45	Espera	1		14.0						
46	Pintura de la llanta reencauchada	1		149.8						
47	Espera de secado	1		30.0						
48	Traslado de la llanta al área de producto terminado	1	15.6	8.0						
49	Almacenamiento temporal de la reencauchada	1								
Tiempo Minutos: <b>104.1</b>		m	<b>175.3</b>	<b>6,246.6</b>	s					

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 22: Diagrama analítico del proceso de la estación de escariado – Antes.

DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO PRE TEST										
Hoja N°_1_ De:_1_ Diagrama N°:_1_					Operar.	X	Mater.		Maqui.	
Proceso:					RESUMEN					
Fecha: 18-02-2020					SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.	
El estudio Inicia: Almacenamiento de llantas para Escariado - Espera					●	Operación	12			
Método: Actual:_X_ Propuesto:_____					→	Transporte	17			
Producto: Escariado de llanta en proceso de reencauche					■	Inspección	9			
Número de Operarios: 5					◐	Espera	15			
Elaborado por: Oscar Rubina Salazar					▼	Almacenaje	2			
					Total de Actividades realizadas		55			
					Distancia total en metros		135.3			
					Tiempo min/hombre		28.5			
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
					●	→	■	◐	▼	
1	Almacenamiento temporal (Espera)	1							●	
2	Traslado a la maquina de Escariado	1	3.5	5.0	●				●	
3	Identificar los daños en toda la llanta	1		13.0					●	
4	Buscar la turbina a trabajar en la escabación en escariado	1		12.0					●	
5	Seleccionar Turbina para escabar	1		13.0					●	
6	Traer Consumibles para escabar encapsulado/copa de corte	1	9.8	16.0	●				●	
7	Escabar los daños en toda la llanta	1		302.0	●				●	
8	Trae la turbina de pulido de otra estación	1	5.0	12.0		●			●	
9	Seleccionar cepillo de pulido y acople	1		5.0					●	
10	Traer cepillos de pulido de almacén	1	12.6	15.0		●			●	
11	Pulir los daños de la llanta	1		90.0	●				●	
12	Verificar el pulido en toda la banda de rodamiento	1		12.0					●	
13	Traer la turbina de corte de alambre de otraestación	1	5.8	16.0		●			●	
14	Traer piedras tipo hongo para corte de alambres	1	9.8	16.0		●			●	
15	Colocar piedra tipo hongo enla turbina de corte	1		5.0					●	
16	Cortar alambres expuestos, dañados y oxidados	1		178.0	●				●	
17	Traer turbina de motor electrico de inspección final	1	8.6	15.0		●			●	
18	Traer de almacén encapsulado de caucho para pulir alambres	1	9.8	18.0		●			●	
19	Colocar encapsulado a la turbina de motor electrico	1		5.0					●	
20	Dar acabo a los remanentes de alambre con el encapsulado	1		96.0	●				●	
21	Verificar cada daño y si es necesario repetir acabados	1		14.0					●	
22	Revisar daños laterales de la llanta	1		15.0					●	
23	Seleccionar turbina para escabar caucho	1		8.0					●	
24	Retirar caucho dañado, con cortes, etc	1		124.0	●				●	
25	Seleccionar turbina para Pulir	1		5.0					●	
26	Traer escobilla de pulido para dar acabado en la parte lateral	1	9.8	16.0		●			●	
27	Pulir heridas laterales escabando el caucho	1		114.0	●				●	
28	Traer carburo de copa para retirar caucho	1	8.6	15.0		●			●	
29	Traer turbina de acabado alta rpm, para dar acabaddo en el lateral	1	6.8	14.0		●			●	
30	Traer escobilla de pulido para dar acabado	1	9.8	14.0		●			●	
31	Acoplar escobilla a turbina de alta rpm	1		5.0					●	
32	Dar acabado en los laterales	1		142.0	●				●	
33	Verificar cada daño y si es necesario repetir acabados en lateral	1		12.0					●	

34	Verificar si la pestaña tiene daños	1		6.0						
35	Seleccionar turbina para retirar caucho	1		4.0						
36	Traer encapsulado para retirar caucho	1	9.8	12.0						
37	Trabajar daños que se tuviera en la pestaña, con en encapsulado	1		60.0						
38	Seleccionar turbina de acabado alta rpm	1		5.0						
39	Montar escobilla de acabado en la turbina de alta rpm	1		4.0						
40	Dar acabado a los daños de la pestaña	1		40.0						
41	Verificar si la parte de rodaruda tiene agujeros para trabajar	1		8.0						
42	Traer escariador para perforar agujeros	1	9.8	14.0						
43	Seleccionar turbina de motor eléctrico	1		13.0						
44	Montar escariador ala turbina de motoro electrico	1		6.0						
45	Perforar los agujeros existentes	1		60.0						
46	Traer la piedra tipo lápiz para dar acabado a los agujeros perforados	1	9.8	13.0						
47	Seleccionar la turbina de alta rpm	1		7.0						
48	Montar la piedra tipo lápiz a la turbina	1		4.0						
49	Dar acabado y textura a los agujeros con la piedra tipo lápiz	1		66.0						
50	Verificar cada daño y si es necesario repetir acabados en los agujeros	1		12.0						
51	Revisar la llanta para que este lista para pasar a la siguiente estación	1		10.0						
52	Llenar los daños correspondientes en la cartilla de procesos	1		13.0						
53	Transportar la llanta al carril de la linea de producción	1	1.5	4.0						
54	Traslado a la siguiente estación (reparación)	1	4.5	5.0						
55	Almacenamiento temporal (Espera para pasar a la siguiente estación)	1								
Tiempo Minutos: <b>28.47</b>					<b>m</b>	<b>135.3</b>	<b>1,708.0</b>	<b>s</b>		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 23: Diagrama analítico del proceso de la estación de escariado – Después.

DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO POST TEST										
Hoja N°_1_ De:_1_ Diagrama N°:_1_		Operar. <input checked="" type="checkbox"/>		Mater. <input type="checkbox"/>	Maqui. <input type="checkbox"/>					
Proceso:		RESUMEN								
Fecha: 24-02-21		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
El estudio Inicia: Almacenamiento de llantas para Escariado - Espera			Operación	12	12	0%				
Método: Actual:_____ Propuesto:_X_			Transporte	17	4	-76%				
Producto: Escariado de llanta en proceso de reencauche			Inspección	9	7	-22%				
Número de operario: 5			Espera	15	7	-53%				
Elaborado por: Oscar Rubina Salazar			Almacenaje	2	2	0%				
		Total de Actividades realizadas		55	32	-42%				
		Distancia total en metros		135	20	-86%				
		Tiempo min/hombre		28.5	22.3	-22%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
1	Almacenamiento temporal (Espera)	1								
2	Traslado a la maquina de Escariado	1	3.5	4.0						
3	Identificar los daños en toda la llanta	1		12.0						
4	Traer los consumibles a gabeta para una semana		10.0	25.0						
5	Buscar la turbina a trabajar en la escabación en escariado	1		11.0						
6	Seleccionar Turbina para escabar	1		12.0						
7	Escabar los daños en toda la llanta	1		270.0						
8	Pulir los daños de la llanta	1		88.0						
9	Verificar el pulido en toda la banda de rodamiento	1		12.0						
10	Cortar alambres expuestos, dañados y oxidados	1		164.0						
11	Dar acabo a los remanentes de alambre con el encapsulado	1		84.0						
12	Verificar cada daño y si es necesario repetir acabados	1		1.0						
14	Seleccionar turbina para escabar caucho	1		7.0						
15	Retirar caucho dañado, con cortes, etc	1		115.0						
16	Pulir heridas laterales escabando el caucho	1		108.0						
17	Acoplar escobilla a turbina de alta rpm	1		5.0						
18	Dar acabado en los laterales	1		130.0						
19	Verificar cada daño y si es necesario repetir acabados en lateral	1		11.0						
21	Seleccionar turbina de acabado alta rpm	1		5.0						
22	Montar escobilla de acabado en la turbina de alta rpm	1		4.0						
23	Dar acabado a los daños de la pestaña	1		107.0						
24	Verificar si la parte de rodadura tiene agujeros para trabajar	1		7.0						
25	Montar escariador ala turbina de motoro electrico	1		6.0						
26	Perforar los agujeros existentes	1		48.0						
27	Montar la piedra tipo lapiz a la turbina	1		4.0						
28	Dar acabado y textura a los agujeros con la piedra tipo lapiz	1		60.0						
29	Verificar cada daño y si es necesario repetir acabados en los agujeros	1		11.0						
30	Revisar la llanta para que este lista para pasar a la siguiente estación	1		8.0						
31	Llenar los daños correspondientes en la cartilla de procesos	1		12.0						
32	Transportar la llanta al carril de la linea de producción	1	1.5	4.0						
33	Traslado a la siguiente estación (reparación)	1	4.5	5.0						
34	Almacenamiento temporal (Espera para pasar a la siguiente estación)	1								
Tiempo Minutos: 22.33		m	19.5	1,340.0	s					

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 24: Medición de costos – Antes.

MEDICIÓN DE COSTOS PRE TEST						
ÍTEM	FECHA	ESTACIÓN DE TRABAJO	TIPOS DE COSTO	CP: COSTO PROGRAMADO POR ESTACIÓN (SOLES)	CR: COSTO REAL POR ESTACIÓN (SOLES)	CPI=(CR/CP) x 100% CPI: Índice de control de costos
1	12/02/2020	Limpieza	UND/LLANTA	10	10	100.00%
2	13/02/2020	Inspección I	UND/LLANTA	14	15	107.14%
3	14/02/2020	Raspado	UND/LLANTA	28	30	107.14%
4	15/02/2020	Escariado	UND/LLANTA	34	35	102.94%
5	16/02/2020	Repración	UND/LLANTA	32	32	100.00%
6	17/02/2020	Corte de Banda	UND/LLANTA	15	15	100.00%
7	7/03/2020	Cementado	UND/LLANTA	9	10	111.11%
8	8/03/2020	Rellenado	UND/LLANTA	20	20	100.00%
9	9/03/2020	Embandado	UND/LLANTA	24	25	104.17%
10	10/03/2020	Rolado	UND/LLANTA	14	15	107.14%
11	11/03/2020	Vulcanizado	UND/LLANTA	29	30	103.45%
12	12/03/2020	Inspección F	UND/LLANTA	14	15	107.14%
13	13/03/2020	Acaba y Pintura	UND/LLANTA	10	10	100.00%
TOTAL/UND				253	262	103.86%
TOTAL/MES				55660	57640	3.0%

<b>COSTO PROD/UND</b>	252.45
<b>AJUSTE</b>	2.66
<b>COSTO PROD/UND R</b>	255.11

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 25: Medición de costos – Después.

MEDICIÓN DE COSTOS POST TEST						
ÍTEM	FECHA	ESTACIÓN DE TRABAJO	TIPOS DE COSTO	CP: COSTO PROGRAMADO POR ESTACIÓN (SOLES)	CR: COSTO REAL POR ESTACIÓN (SOLES)	CPI=(CR/CP) x 100% CPI: Índice de control de costos
1	12/02/2020	Limpieza	UND/LLANTA	10	8	80.00%
2	13/02/2020	Inspección I	UND/LLANTA	14	12	85.71%
3	14/02/2020	Raspado	UND/LLANTA	28	26	92.86%
4	15/02/2020	Escariado	UND/LLANTA	34	28	82.35%
5	16/02/2020	Reparación	UND/LLANTA	32	30	93.75%
6	17/02/2020	Corte de Banda	UND/LLANTA	15	14	93.33%
7	7/03/2020	Cementado	UND/LLANTA	9	9	100.00%
8	8/03/2020	Rellenado	UND/LLANTA	20	20	100.00%
9	9/03/2020	Embandado	UND/LLANTA	24	23	95.83%
10	10/03/2020	Rolado	UND/LLANTA	14	14	100.00%
11	11/03/2020	Vulcanizado	UND/LLANTA	29	28	96.55%
12	12/03/2020	Inspección F	UND/LLANTA	14	14	100.00%
13	13/03/2020	Acaba y Pintura	UND/LLANTA	10	10	100.00%
TOTAL/UND				253	236	93.88%
TOTAL/MES				55660	51920	3.0%

	PRE	POST	AHORRO
COSTO PROD/UND	S/ 252.45	S/ 236.00	S/ 16.45
AJUSTE	S/ 2.66	S/ 2.66	S/ -
COSTO PROD/UND R	S/ 255.11	S/ 238.66	S/ 16.45
COSTO PROD/MES	S/ 56,124.02	S/ 52,505.20	S/ 3,618.82

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 26: Cuello de botella – Antes.

REGISTRO DE CONTROL DE PLAZOS - CUELLO DE BOTELLA PRE TEST								
ÍTEM	FECHA	CANTIDAD DE PERSONAS	ESTACIÓN DE TRABAJO	PR: Plazos reales por estación por día (unidades)	PP: Plazos Programados por estación por día (unidades)	SPI=(PR/PP) x 100% SPI: ÍNDICE DE CONTROL DE PLAZOS	CUMPLIMIENTO	
							SI	NO
1	12/02/2020	1	Limpieza	25	40	62.50%	si	no
2	13/02/2020	1	Inspección I	25	30	83.33%	si	
3	14/02/2020	1	Raspado	25	30	83.33%	si	
4	15/02/2020	1	Escariado	15	25	60.00%		no
5	16/02/2020	1	Repración	15	25	60.00%		no
6	17/02/2020	1	Corte de Banda	15	25	60.00%		no
7	18/02/2020	1	Cementado	15	30	50.00%		no
8	19/02/2020	1	Rellenado	15	25	60.00%		no
9	20/02/2020	1	Embandado	15	25	60.00%		no
10	21/02/2020	1	Rolado	15	30	50.00%		no
11	22/02/2020	1	Vulcanizado	15	22	68.18%		no
12	23/02/2020	1	Inspección F	15	22	68.18%		no
13	24/02/2020	1	Acaba y Pintura	15	22	68.18%		no
14	25/02/2020	1	Limpieza	25	40	62.50%	si	
15	26/02/2020	1	Inspección I	25	30	83.33%	si	
16	3/03/2020	1	Raspado	25	30	83.33%	si	
17	4/03/2020	1	Escariado	14	25	56.00%		no
18	5/03/2020	1	Repración	14	25	56.00%		no
19	6/03/2020	1	Corte de Banda	14	25	56.00%		no
20	7/03/2020	1	Cementado	14	30	46.67%		no
21	8/03/2020	1	Rellenado	14	25	56.00%		no
22	9/03/2020	1	Embandado	14	25	56.00%		no
23	10/03/2020	1	Rolado	14	30	46.67%		no
24	11/03/2020	1	Vulcanizado	14	22	63.64%		no
25	12/03/2020	1	Inspección F	14	22	63.64%		no
26	13/03/2020	1	Acaba y Pintura	14	22	63.64%		no

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 27: Cuello de botella – Después.

REGISTRO DE CONTROL DE PLAZOS - CUELLO DE BOTELLA POST TEST								
ÍTEM	FECHA	CANTIDAD DE PERSONAS	ESTACIÓN DE TRABAJO	PR: Plazos reales por estación por día (unidades)	PP: Plazos Programados por estación por día (unidades)	SPI=(PR/PP) x 100% SPI: ÍNDICE DE CONTROL DE PLAZOS	CUMPLIMIENTO	
							SI	NO
1	12/02/2020	1	Limpieza	25	40	62.50%	si	no
2	13/02/2020	1	Inspección I	25	30	83.33%	si	
3	14/02/2020	1	Raspado	25	30	83.33%	si	
4	15/02/2020	1	Escariado	17	25	68.00%		no
5	16/02/2020	1	Reparación	17	25	68.00%		no
6	17/02/2020	1	Corte de Banda	17	25	68.00%		no
7	18/02/2020	1	Cementado	17	30	56.67%		no
8	19/02/2020	1	Rellenado	17	25	68.00%		no
9	20/02/2020	1	Embandado	17	25	68.00%		no
10	21/02/2020	1	Rolado	17	30	56.67%		no
11	22/02/2020	1	Vulcanizado	17	22	77.27%		no
12	23/02/2020	1	Inspección F	17	22	77.27%		no
13	24/02/2020	1	Acaba y Pintura	17	22	77.27%		no
14	25/02/2020	1	Limpieza	25	40	62.50%	si	
15	26/02/2020	1	Inspección I	25	30	83.33%	si	
16	3/03/2020	1	Raspado	25	30	83.33%	si	
17	4/03/2020	1	Escariado	18	25	72.00%		no
18	5/03/2020	1	Reparación	18	25	72.00%		no
19	6/03/2020	1	Corte de Banda	18	25	72.00%		no
20	7/03/2020	1	Cementado	18	30	60.00%		no
21	8/03/2020	1	Rellenado	18	25	72.00%		no
22	9/03/2020	1	Embandado	18	25	72.00%		no
23	10/03/2020	1	Rolado	18	30	60.00%		no
24	11/03/2020	1	Vulcanizado	18	22	81.82%		no
25	12/03/2020	1	Inspección F	18	22	81.82%		no
26	13/03/2020	1	Acaba y Pintura	18	22	81.82%		no

	PRE	POST	INCREMENTO
N° DÍA PROD.	15	18	3

Fuente: Elaboración propia.