



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para
aumentar la productividad del área de producción en la empresa
CARBOIN S.A.C., 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

Ruiz Miranda, Abel Anthony (ORCID: [0000-0002-0710-4246](https://orcid.org/0000-0002-0710-4246))

Torrejón López, Moisés Dimas (ORCID: [0000-0003-4967-9264](https://orcid.org/0000-0003-4967-9264))

ASESOR:

Dr. González Vásquez, Joe Alexis (ORCID: [0000-0001-7816-0977](https://orcid.org/0000-0001-7816-0977))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión Empresarial y Productiva.

Trujillo – Perú

2021

DEDICATORIA

ABEL

A quienes son dignos de recibir todo mi amor y agradecimiento, mi madre, mi hermano, quien con su esfuerzo y consejo y apoyo moral me motivaron a concluir mis estudios.

A dios, quien siempre me ilumino en todo este proceso académico y me ofreció muchas oportunidades de desarrollo.

A mis instructores quienes se esfuerzan por transmitirnos sus conocimientos y experiencias vividas para lograr que nosotros seamos buenos profesionales.

MOISÉS

A mi familia, padre, hermano y sobre todo a mi madre por haberme apoyado en todo momento a superarme día con día y estar siempre en el camino de Dios.

AGRADECIMIENTO

ABEL

En primer lugar, quisiera agradecer a mi Universidad Cesar Vallejo, por haberme brindado la oportunidad de lograr una formación profesional en la Especialidad de Ingeniería Industrial.

También quisiera agradecer a la empresa CARBOIN S.A.C., por haberme dado la oportunidad de desarrollar mi investigación y a todos los trabajadores de dicha empresa que me brindaron su apoyo incondicional para la culminación del presente Proyecto.

MOISÉS

A Dios, por ayudarme y brindarme la perseverancia de poder superar cualquier prueba.

A mi Familia, por haberme ayudado a seguir adelante sin importar las dificultades.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y operacionalización	14
3.3. Población, muestra y muestreo	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de análisis de datos	18
3.7. Aspectos éticos	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN	32
VI. CONCLUSIONES	36
VII. RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS	38
ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnicas e Instrumentos.....	16
Tabla 2 Composición Zaranda Línea 1	23
Tabla 3 Composición Zaranda Línea 2.....	23
Tabla 4 Composición Zaranda Línea 3.....	24
Tabla 5 Composición Zaranda Línea 4.....	24
Tabla 6 Rutina de Actividades de Mantenimiento.....	25
Tabla 7 Tiempo Medio Entre Fallas (Abril – Junio)	26
Tabla 8 Tiempo Medio Para Reparar (Abril – Junio).....	27
Tabla 9 Disponibilidad (Abril – Junio).....	27
Tabla 10 Análisis descriptivo productividad antes y después	30
Tabla 11 Prueba de normalidad productividad antes y después.....	31
Tabla 12 Análisis T-Student contrastación de hipótesis.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de investigación.....	14
Figura 2. Comparación productividad producción Enero – Marzo	21
Figura 3. Codificación alfanumérica para máquinas y equipos.....	22
Figura 4. Comparación Tiempo Medio Entre Fallas - Segundo trimestre 2021 ...	26
Figura 5. Comparación Tiempo Medio Para Reparar - Segundo trimestre 2021 .	27
Figura 6. Comparación Disponibilidad - Segundo trimestre del 2021	28
Figura 7. Comparación Productividad Primer y Segundo trimestre 2021	29

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo implementar un plan de mantenimiento preventivo (PMP) para aumentar la productividad del área de producción en la empresa CARBOIN S.A.C. Es un estudio de tipo aplicativo, puesto que el PMP servirá para incrementar la productividad de producción. Tiene un enfoque experimental, de tipo preexperimental, al realizarse un pre-test y post-test. Contando con una población de 31 máquinas presentes en producción. Se determinó la productividad de producción al inicio teniendo un promedio de 63.67%, y mensual de: 62%, 71% y 58% para Enero, Febrero y Marzo respectivamente. Como parte de la implementación PMP se pudo calcular la Disponibilidad de equipos, que fue de: 73.71%, 75.09% y 76.47% para Abril, Mayo y Junio respectivamente. Luego de que se implementara el PMP, se volvió a calcular la productividad, se obtuvo un promedio de 76.33%, y mensual de: 76%, 79% y 74% para Abril, Mayo y Junio respectivamente. El PMP que se diseñó para el área de producción, estuvo conformado por: Codificación de maquinaria y equipos, Registro de fallas y averías, Formato de Rutina de Actividades e Historial de Control de Daños. Todo esto junto a los documentos del área de producción de la empresa.

Palabras clave: Tiempo Medio Entre Fallas, Tiempo Medio Para Reparar, Disponibilidad, Productividad de producción, Mantenimiento Preventivo.

ABSTRACT

The objective of this research work is to implement a preventive maintenance plan (PMP) to increase the productivity of the production area in the company CARBOIN S.A.C. It is an application-type study, since the PMP will serve to increase production productivity. It has an experimental approach, of a pre-experimental type, by performing a pre-test and post-test. It has a population of 31 machines in production.. The production productivity was determined at the beginning having an average of 63.67%, and monthly: 62%, 71% and 58% for January, February and March respectively. As part of the PMP implementation, it was possible to calculate the Equipment Availability, which was: 73.71%, 75.09% and 76.47% for April, May and June respectively. After the PMP was implemented, productivity was recalculated, an average of 76.33% was obtained, and a monthly average of: 76%, 79% and 74% for April, May and June respectively. The PMP that was designed for the production area, consisted of: Coding of machinery and equipment, Record of failures and breakdowns, Activity Routine Format and Damage Control History. All this together with the documents of the production area of the company.

Keywords: Mean Time Between Failures, Mean Time To Repair, Availability, Production Productivity, Preventive Maintenance.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo industrial internacional donde muchas empresas compiten por ser la más productiva convirtiendo sus recursos de entrada, por medio de procesos establecidos, en productos finales; es fundamental contar maquinaria que cumpla con los requerimientos y expectativas necesarios para alcanzar un nivel de competitividad adecuado, es aquí donde estos deben permanecer en un estado y condición excelente para poder rendir de manera conveniente de tal forma que no afecten el ritmo de producción planeado por la empresa, pudiendo ser algunas causas: fallas mecánicas no esperadas las cuales hacen perder tiempo y reducen la cantidad de producción deseada o también pudiendo ser ocasionadas por el reprocesamiento de materia prima, todo esto debiéndose a la falta de cuidado que se debe tener para con la maquinaria presente en la zona de producción la cual es esencial en el proceso productivo de esta, es decir la falta de aplicar un tipo de mantenimiento oportuno permitiendo que estas tengan el rendimiento esperado, como lo mencionado por (Deloitte University Press, 2017) en su artículo de mantenimiento alude que la Eficacia Original del Equipo (OEE) es afectada o tiene respuesta al tipo de mantenimiento aplicado, en una gráfica señala que aplicando un mantenimiento planeado, con actividades programadas, se obtiene entre un 50% a 75% de OEE. Por otro lado, el estudio realizado por (Christiansen, 2018) entre las instalaciones que sí utilizan actualmente una estrategia de mantenimiento, el 78% de ellas recurren a estrategias de mantenimiento preventivo y el 61% afirman que también siguen dependiendo del mantenimiento reactivo. Otro dato que podemos resaltar dentro del mismo estudio, es que dentro de los medios utilizados para dar un seguimiento a las operaciones de mantenimiento se cuenta con un 53% el uso de un Sistema de gestión de mantenimiento computarizado o por sus siglas en inglés CMMS (Computerized Maintenance Management System) seguido por el uso de hojas de cálculo internas con un 52%; por otro lado, se puede hacer mención a la encuesta realizada por (Plant Services, 2017) al personal de distintas plantas en donde se obtuvo un 40.9% de encuestados que confirmaron que utilizan un enfoque de mantenimiento preventivo en cada una de sus respectivas plantas, seguido de un 29.5% que aplica mantenimiento predictivo.

Si bien es cierto que el mantenimiento preventivo es una metodología y enfoque el cual no necesaria o únicamente se aplica al cuidado de la maquinaria de trabajo industrial, se puede resaltar que en el Perú no se cuenta con una buena cultura de mantenimiento planificado o preventivo en dicho rubro, esto se explica un poco más a fondo en la nota de la agencia (Andina, 2019) en donde declaran que en el grupo de empresas formales del Perú dedicadas al mantenimiento, que son aproximadamente más de 8 compañías, gestionan más o menos la suma de S/ 200 000 000.00 en soles anualmente, especificando el sector de edificaciones en los casos como son el cuidado de pintura, fontanería, cerrajería e inmobiliario. Esto se puede contrastar con la noticia Los pocos indicios de importancia que se la da al mantenimiento preventivo para maquinaria y equipos en el país se centran en dos entidades las cuales son la institución SENATI (Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial) y la empresa Ferreyros S.A.A. las cuales el 31 de octubre del 2016 iniciaron la especialización en Mantenimiento de Maquinaria Pesada, dicha especialización cuenta con un total de 360 horas (Ferreyros, 2016), también cabe mencionar que en el mismo año ambas entidades se subscribieron a una alianza estratégica con el fin de fomentar proyectos de capacitación para formar jóvenes técnicos que presten servicios en los rubros que utilizan tales maquinarias (MINING CLUB, 2016).

La empresa CARBOIN S.A.C. viene a ser una compañía que se ocupa industrialmente al procesamiento y ofrece, al por mayor, su producto carbón Antracita, los productos que ofrece cubren la necesidad de sectores como: Industrial, Metal Mecánica y empresas que en sus procesos requieran la generación de energía térmica, por lo que es necesario que cuente con un flujo de producción constante y así poder satisfacer la demanda existente por sus clientes, siendo de gran importancia el cuidado y mantenimiento para con la maquinaria presente en sus líneas de producción, de esta manera manteniendo la cantidad planificada para ser producida. Es por esto que se debe prestar mayor atención a su principal problema el cual viene a ser el de las paradas inesperadas en la zona de producción, lo que ocasiona tiempo muerto, así como la reducción en la cantidad de toneladas de carbón planificado, siendo todo esto ocasionado por: falta de medición de la disponibilidad de equipos, no registrar el número de averías presentadas al mes, mucha suciedad y polvo, carbón húmedo, la aplicación de un

mantenimiento erróneo a la maquinaria que solo es realizado cuando se presenta la falla llegando a paralizar las operaciones provocando un efecto negativo para con el proceso de producción, y también como otros motivos registrados en nuestro diagrama causa y efecto Ishikawa (Ver Anexo B1).

De esta manera, se cuenta con el siguiente problema de investigación: “¿en qué medida la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incide en la productividad del área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C., 2020?; siendo así la justificación: de manera económica; debido a que se reducirán los costos de producción al resolver el contratiempo de la empresa, por medio de mantenimiento preventivo, el cual es paradas inesperadas en el área de producción, de manera teórica; puesto que se evidenciara el uso de teorías y estudios previos, demostrando su utilidad y así poder confirmar o diferir con estos al momento de comparar los resultados obtenidos, de forma práctica; ya que se llevara a cabo la aplicación de fórmulas y teorías encontradas con respecto al mantenimiento preventivo, teniendo el fin de solucionar el problema encontrado dentro del área de la empresa el cual es el de paradas inesperadas en producción, y por último de forma metodológica; se llega a justificar debido a que se va a seguir la estructura y composición con respecto a los parámetros plasmados en la Guía de Elaboración, los cuales han sido establecidos por el área encargada de estudios e investigaciones de la UCV. De este modo nuestro objetivo general viene a ser el de: Implementar un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la productividad del área de producción en la empresa CARBOIN S.A.C. 2020, de tal manera los objetivos específicos siendo: Describir la situación actual de la empresa CARBOIN S.A.C., Determinar la productividad actual del área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C., Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C., Implementar el plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C. y por último Determinar la productividad luego de la implementación del plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C.; contando con la siguiente hipótesis: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumentará la productividad del área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C.

II. MARCO TEÓRICO

La presente investigación cuenta con la justificación de investigaciones previas o también conocidas como antecedentes, estos estudios sirven como apoyo en el actual proyecto de investigación, dichos antecedentes manejan las variables mostradas en el estudio actual y sus respectivas dimensiones, los cuales son presentados por medio de 2 partes las cuales son; antecedentes internacionales, seguido por antecedentes nacionales. Dentro de los antecedentes internacionales se puede mencionar a Silva (2017), quien desarrollo la tesis que tiene por título “PLAN DE MANTENIMIENTO PARA CORREA TRANSPORTADORA CRITICA EN PLANTA DE CHANCADO DE MINERA ANDINA”; utilizando herramientas como check list y diagrama de gantt para consignar las actividades para el mantenimiento, obtuvieron como resultado intensificar las horas disponibles en las máquinas hasta un 97.88%. Por lo cual llegaron a la conclusión de que esta investigación contribuye a nuestro presente estudio para que de esta manera consignemos ideas acerca de un mantenimiento preventivo que servirá como guía para poder determinar los componentes a reemplazar para cada tipo maquina presente en la zona de producción en las distintas líneas de trabajo, así de esta manera obtener un historial de fallas de cada maquinaria, que servirá para el cuidado de estas en el futuro, y aplicar un mantenimiento constante de dichas máquinas de esta manera manteniéndolas en condiciones necesarias para cumplir con la programación diseñada por la empresa. Así también podemos resaltar el estudio de OJHA (2015), con su investigación, para poder hacerse acreedor del grado de Master of Technology, titulada “COAL HANDLING SYSTEM-ITS PERFORMANCE MONITORING & SUGGESTIVE MEASURES FOR IMPROVEMENTS”, dentro de su investigación presento un estudio para el seguimiento sobre el rendimiento operativo de la maquinaria relacionada con el procesamiento de carbón, se propuso dos objetivos que fueron primero identificar cuáles son las principales causas de perdidas utilizando la metodología “Six Big Losses” o Seis Grandes Pérdidas que cuenta con categorías como: Averías, Configuración y ajustes, Rechazos de producción, Etc. Segundo, fue la implementación de una metodología apropiada para mejorar el sistema de procesamiento de carbón. Enfocándonos en el sistema de faja transportadora, encargada de transportar el carbón desde un punto a otro, se encontró que el rendimiento del sistema, el cual tiene repercusiones

estrechamente relacionadas al desempeño de la productividad de este, fue de un 86% y luego de la implementación de mejora según la metodología presentada, se logró incrementar hasta el 90% el rendimiento del sistema de faja transportadora. Estos resultados nos ayudan a tener mayor fuente de información, que ayudaran a la preparación de las actividades periódicas de mantenimiento, acerca de las posibles causas de fallos o desperfectos que pueden ocurrir en el sistema de faja transportadora debido a que en la metodología utilizada se encontraron los parámetros problemáticos para con el sistema, el componente afectado y cuál sería su método de corrección; generando así un incremento en su rendimiento y en su efectividad general de equipo. Para poder distinguir de manera rápida y sencilla la maquina o equipo con el que se está tratando, se debe realizar a menudo una codificación de las pertenencias con las que cuenta la empresa, es así como (García Zambrano & Cedeño Yáñez, 2018), en su artículo de investigación titulado “MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA CODIFICACIÓN Y REGISTRO DE PROPIEDAD, PLANTA Y EQUIPO DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR AGRÍCOLA EN EL ECUADOR”, explican la importancia de que las empresas cuenten con algún método de identificación de sus activos, como viene a ser la codificación, más adelante mencionan que dentro de la empresa donde se llevó a cabo la investigación no contaba con algún documento el cual dictamine el método a seguir para el control de propiedad de los activos de la empresa, es así que propusieron un procedimiento con el que se pueda llevar el registro de propiedad, planta y equipos dentro de la empresa. Se puede rescatar de este estudio el método de codificación que utilizaron puesto que fue una mezcla de las iniciales del nombre de la empresa, los números de las cuentas de activos de la empresa y así mismo los códigos de las sub cuentas. El articulo desarrollado por (Das Adhikary, Kumar Bose, Kumar Jana, Bose, & Mitra, 2015) con el título de “AVAILABILITY AND COST-CENTERED PREVENTIVE MAINTENANCE SCHEDULING OF CONTINUOUS OPERATING SERIES SYSTEMS USING MULTI-OBJECTIVE GENETIC ALGORITHM: A CASE STUDY”, muestra un modelo de programación de mantenimiento preventivo de objetivo múltiple los cuales son la maximización de la disponibilidad de máquinas y la minimización del costo de mantenimiento el cual está contemplado para un sistema de serie operática continua (COSS), confirmando el rendimiento del modelo propuesto por medio del análisis del

subsistema que se encuentra más afectado por fallas, la central termina de carbón de 210 MW: tubos economizadores (ECOT) de una caldera. Para el estudio se obtuvieron resultados relacionados al Tiempo medio entre fallas y tiempo medio de reparación obteniendo un total de 3292 horas y 52 horas respectivamente, para luego comparar los resultados obtenidos entre un plan de mantenimiento correctivo y un plan de mantenimiento preventivo en el cual se obtuvo una disponibilidad de 91.14% y 94.17% respectivamente, por último se compararon los costos de mantenimiento, en rupias indias, siendo para el correctivo un total de ₹ 826,326,800 una cifra demasiado elevada en comparación a la del preventivo que tiene un total ₹ 388,507,700. También podemos mencionar a (Nour El Houda, Mohammed, Bouziane, & Abdelkader, 2016) por su artículo titulado “OPTIMISATION OF PREVENTIVE MAINTENANCE GROUPING STRATEGY FOR MULTI-COMPONENT SERIES SYSTEMS: PARTICLE SWARM BASED APPROACH”, dentro de los objetivos propuestos en dicha investigación se encuentran el de incrementar la disponibilidad del sistema y el de reducir al mínimo el costo de MP, utilizando un algoritmo matemático denominado “Optimización por enjambre de partículas” el cual es aprovechado para optimizar un Modelo de Mantenimiento Oportunista. Al momento de recolectar los resultados se compararon los datos entre un total de 3 tipos de metodologías de mantenimiento resultando todas con un indicador de disponibilidad, así como de costo de mantenimiento, siendo así que para la primera metodología, Mantenimiento Preventivo Individual se obtuvo una disponibilidad del 90,88% y un costo de \$840 500, para la segunda, Modelo de Mantenimiento Oportunista su disponibilidad fue de 94.08% y su costo fue de \$348 400, y para la tercera, Ventana de Mantenimiento su disponibilidad fue de 93.52% y el costo de \$414 590. Notando una gran diferencia en tema de costos con respecto a los resultados obtenidos debido a que la segunda metodología de mantenimiento preventivo oportunistas demostró gran impacto al conseguir la mayor disponibilidad con el menor costo. Así mismo, en el artículo titulado “MACHINE OPERATIONAL AVAILABILITY IMPROVEMENT BY IMPLEMENTING EFFECTIVE PREVENTIVE MAINTENANCE STRATEGIES - A REVIEW AND CASE STUDY”, elaborado por (Tejas S. & Uday A., 2017), se realizó un estudio en una industria de ensamble de motores de automóvil, siendo el problema principal de la línea de producción de cilindros de motores que el tiempo muerto sigue presente de manera

sustancial a pesar de que se lleva a cabo un plan de mantenimiento preventivo, es por eso que se propuso la mejora de dichas actividades de mantenimiento, siendo el objetivo principal el de reducir el tiempo muerto de las máquinas de dicha línea de producción por medio del análisis y la mejora del programa de MP actual, así mismo mejorando la disponibilidad de las máquinas. Al inicio del estudio se encontró que para la disponibilidad actual se cuenta con un objetivo el cual es del 95% pero en contraste con los datos reales estos no llegan ni al 82.25% en promedio, luego de la implementación se logró incrementar este resultado a un 85.09% en promedio. Por otra parte, es preciso mencionar el artículo de (Morales Méndez & Silva Rodríguez, 2017), que tiene por título “Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line“, en donde se planteó como objetivo el de reducir el número de perdidas en una línea mecanizada de piezas móviles y por supuesto incrementar la productividad de dicha área, explica que para poder conseguir dicho objetivo se necesita implementar de manera estratégica todos los pilares que conlleva el desarrollo de la metodología TPM, en total son 9 pilares desarrollados en este artículo en el cual vienen a ser los de: Cultura de las 5S, Educación y Formación, Mantenimiento Dirigido, Mantenimiento Planeado o de Prevención, Mantenimiento Autónomo, Gestión de Calidad, Seguridad Salud Y Medio Ambiente, TPM aplicado a la Administración y por ultimo prevención de mantenimiento. Obteniendo como resultados de productividad basados en OEE (Eficiencia general de los equipos), paso de 64% a 76%, teniendo un incremento favorable respecto a la línea mecanizada. Por otro lado, el artículo con el título de “PRODUCTIVITY IMPROVEMENT OF HIGHWAY ENGINEERING INDUSTRY BY IMPLEMENTATION OF LEAN SIX SIGMA, TPM, ECRS, AND 5S: A CASE STUDY OF AAA CO., LTD.”, elaborado por (Burawat, 2019), tuvo como objetivo el de mejorar el nivel de productividad por medio de distintos tipos de metodologías como son: Lean Six Sigma, Eliminar Combinar Reorganizar y Simplificar, 5S y por supuesto Mantenimiento Productivo Total, el desempeño operacional fue medido por medio de OEE (Eficiencia general de los equipos). El problema principal encontrado fue la roca húmeda y la roca pegada a la cinta transportadora. Primero se determinó el nivel actual del OEE, siendo así que el indicador inicial de OEE es de 82.12% antes de la implementación y luego de esta se consiguió un 90.23%,

teniendo así una variación entre el pre y el post de 9.88% según se estableció en el estudio.

Por otro lado, con respecto a los antecedentes nacionales podemos resaltar a Agustín (2019) en su investigación titulada “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA OPTIMIZAR LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS EN EL ÁREA DE CHANCADO DE LA PLANTA CONCENTRADORA” teniendo como objetivo principal mejorar los equipos en su disposición, específicamente en la zona de producción de chancado, en la cual propuso una implementación de mantenimiento preventivo, utilizando como herramientas un plan operativo, técnico, económico, donde la investigación que se empleó es el método tecnológico, por ende, se simuló la variable de productividad dando esto un aumento de hasta 97% de los indicadores que se tuvo en cuenta; toneladas reales/ toneladas programadas, entre otras. Así mismo es importante y brinda información para nuestra propia investigación la utilización rigurosa en la gestión de mantenimiento preventivo por lo que se mejoró la disponibilidad en los equipos, de esta manera se debe contar con contratos y conocedores del tema. De la misma forma, Rodríguez (2012), desarrollo una tesis titulada “PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA MANTENIBILIDAD DE EQUIPOS DE ACARREO DE UNA EMPRESA MINERA DE CAJAMARCA”, teniendo como principal objetivo aumentar las horas disponibles, en aspecto mecánico, de las máquinas; así mismo es una investigación aplicada con diseño no experimental correlaciona. Aplicaron como herramientas de análisis en sus procesos de esta manera se tendrá indicadores de disponibilidad para que de tal modo se pueda formular su plan de mantenimiento de equipos, obteniendo como resultado luego de la gestión de mantenimiento un incremento de hasta 87% en disposición en los equipos contando con fichas para los equipos y máquinas. Concluyendo en el estudio se determinó el análisis de mantenimiento preventivo, demostrando aumentar disponibilidad en los equipos para así garantizar la efectividad del sistema como además que las herramientas teóricas utilizadas logran mejorar la producción. También, cabe mencionar a Segovia Tupia, y otros (2017), en el desarrollo de su investigación titulada “MEJORA DEL PROCESO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE DESORCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO DE LA EMPRESA ÁURICA-

2017”, donde su objetivo fue demostrar que con un buen cronograma de actividades incrementara la efectividad en la zona de desorción, obteniendo como resultado un aumento de la productividad a un 10%, este incremento debiéndose a una estructura de actividades a seguir obteniendo de esta manera un 100% en lo que estableció procedimientos y formatos de inspección y control estandarizados. Llegando a la conclusión en esta investigación una implementación de efectiva bridan mejoras significativas en las operaciones realizadas, de esta manera resaltando la importancia del mantenimiento preventivo en las industrias. El aporte de esta investigación será el plan de mantenimiento, el cual puede servir como guía para poder realizar esta investigación. Así mismo, cabe mencionar a Rojas Gonzales (2019), quien propuso su investigación experimental titulada “PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS EN LA PLANTA DE CHANCADO DE UNA UNIDAD MINERA EN LA LIBERTAD, 2019”., teniendo como muestra el conjunto de equipos de la unidad de chancado que son zarandas, fajas transportadoras, chancadora. Donde inicialmente la disponibilidad de sus equipos eran en un 84.27% aplicando el mantenimiento preventivo obtuvo un aumento de la disponibilidad de equipos a 97.81 % por ende demostró que el aplicar el mantenimiento a los equipos del área de chancado es viable porque demostró el incremento de estos, siendo la disponibilidad un factor que causa un efecto positivo en la productividad, de tal manera esta investigación pudo brindar modelos para las fichas de registro de paradas no programadas, codificación de los equipos y así mismo un cronograma de actividades para que el mantenimiento preventivo esté ejecutado de manera efectiva.

La productividad puede ser definida como la magnitud de la efectividad, pudiendo ser de una persona, máquina, planta de manufactura o incluso un sistema de procesamiento, para transformar: materia prima, recursos, insumos o entradas en productos terminados o salidas (Tetteh & Uzochukwu, 2015, pág. 146). Para la ingeniería industrial, el concepto de productividad es particularmente especial, puesto que este indicador da a conocer la relación entre los productos elaborados o salidas, ya sea por una organización o por una sola persona, y los insumos o recursos requeridos para elaboración de dichos productos. Se pueden considerar como salidas a productos o servicios brindados por una empresa mientras que los

recursos pueden ser: horas trabajadas, inversión, materiales, energía, etc. (Adedeji Bodunde, 2014, pág. 83). Para poder llevar un seguimiento del progreso de la empresa, la medición de su productividad es algo completamente indispensable, ya que contribuye a poder corregir o modificar donde sea preciso para sostener el nivel competitivo (Luo, 2015, pág. 287), también nos menciona que existen dos formas en las que se puede medir la productividad; la parcial y la global, siendo la diferencia en que la productividad parcial es la que relaciona una medida de producción con otra medida de insumos, mientras que la productividad global relaciona un conjunto de insumos, es decir todos los factores de producción. Así también, podemos expresar la productividad en su estructura más minimalista y básica: cantidad de salidas obtenidas sobre cualquier número de recursos utilizados (Emrouznejad & Cabanda, 2014, pág. 96). Uno de los factores que propician el aumento generado para con la productividad, son aquellos proyectos que generan automatización (Groover, 2015, pág. 10). Esto es debido a que el incremento de la productividad laboral es una de las razones por las que muchas empresas sustituyen a los trabajadores por medios automatizados. Un enfoque distinto es el que se refiere a la productividad como una medida o concepto humano, es decir la idea de productividad viene de este y no se puede considerar una medida o magnitud productiva sin el factor humano (McLoughlin & Miura, 2018, pág. xxii). Un concepto de productividad que puede mencionarse; la conexión que existe con lo elaborado y los recursos utilizados para la elaboración, es decir, se trata de la razón de recursos obtenidos e insumos utilizados; existen diversas maneras de expresar esta relación, por ejemplo: los recursos obtenidos pueden ser componentes obtenidos, mercancía vendida o compradores atendidos, por otro lado para los insumos utilizados pueden ser, horas hombre empleadas, horas máquina, costos directos o indirectos e incluso número de trabajadores (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2013, pág. 7 y 8), el mismo autor nos presenta una fórmula en la que se puede medir la productividad por medio de dos variables: $Productividad = Eficiencia * Eficacia$ explicándonos más adelante que Eficiencia es; el cociente que se consigue del resultado alcanzado entre los medios o recursos empleados, este se puede incrementar al eliminar o reducir los tiempos muertos ocasionados por paradas inesperadas, falta de materia prima, etc.; por otro lado, explica que la Eficacia viene a ser el nivel de cumplimiento de las actividades planeadas,

alcanzando los resultados esperados por la empresa. Así también podemos respaldar la teoría anterior definiendo la eficiencia como: conseguir resultados por medio del correcto uso de insumos que pueden ser: capital humano, materiales, máquinas, tecnología y la competitividad, y con respecto a la eficacia: se enfoca en repeler residuos por medio de procedimientos estandarizados como: planificación adecuada; comunicación; empleados informados, capacitados y motivados; mantenimiento preventivo de maquinaria y procesos de manufactura (Munyai, Mbonyane, & Mbohwa, 2018, pág. 88 y 94). De igual manera, incrementar la eficiencia aumenta el nivel de productividad, puesto que sugiere producir o elaborar más empleando la misma o menor cantidad de insumos o recursos (Koren, 2010, pág. 361). Apoyando con las teorías, se puede mencionar que el impacto del método de transformación de insumos puede ser valorado de distinta manera, por mencionar uno, la tasa de productividad de máquina o sistema, siendo representado por la siguiente ecuación: $Q = \frac{Z}{\theta}$, donde Q es: la productividad real de una máquina o sistema productivo, Z viene a ser: la cantidad de productos elaborados u obtenidos y θ es: el tiempo total de producción (Usubamatov, 2018, pág. 39).

El mantenimiento se puede dividir de manera general como: correctivo o preventivo; tal cual su apelativo lo señala, el mantenimiento preventivo tiene la finalidad de eludir cualquier fallo o imprevisto antes de su ocurrencia; este tipo de mantenimiento se efectúa de forma programada, por medio de un check list, para obtener un mejor resultado. Mientras que el mantenimiento correctivo está relacionado con la reparación de una máquina luego de la ocurrencia de una avería funcional. Cualquier falla o avería de una máquina o equipo tiende a estar relacionado con el incumplimiento de la aplicación del mantenimiento preventivo (Urban Drainage Standards Committee, 2006, pág. 93). Es importante que empresas de manufactura cuenten con alguna metodología de mantenimiento o quizás un área que se encargue principalmente de esta tarea. El mantenimiento se enfoca en conservar una máquina, estructura, equipo, etc. en condiciones óptimas, funcionales y así este pueda ser usado a su máximo potencial productivo (Ramesh, 2013, pág. 50), más adelante el autor nos explica que existen distintos enfoques de mantenimiento a los cuales llama prácticas. Empezando por el Mantenimiento

Basado en Condiciones (CBM) también conocido por Mantenimiento Predictivo, el cual se enfoca en determinar el estado de un equipo a través del seguimiento continuo o parcial de este; siendo su principal objetivo el de identificar acciones de mantenimiento proactivo a ser realizadas en algún punto ya planeado, siendo el momento previo al fallo o avería de este (Ramesh, 2013, pág. 55). El aspecto predictivo que se le atribuye viene de la tendencia a predecir o pronosticar en que condición o estado se encontrara dicha máquina o parte de esta, dentro de este enfoque se usan conceptos de: control estadístico de procesos, análisis de tendencias y umbrales preseleccionados; con los cuales se determinara el porvenir de las actividades de mantenimiento a realizarse. Por último, algunas de las tecnologías usualmente utilizadas para aplicar este enfoque de mantenimiento son: Análisis de vibración, Termografía infrarroja, Medidas del nivel de sonido acústico o ultrasónico, Análisis de aceite, Amperaje eléctrico y Método de pulso de choque. También podemos mencionar que el Mantenimiento Predictivo es una actividad de mantenimiento dirigida a indicar en qué lugar, de la curva de la bañera, se encuentra la pieza de un equipo y así poder predecir su vida útil (Levitt, 2011, pág. 146 y 147). El siguiente enfoque de mantenimiento es el de Mantenimiento Correctivo, es un término que se usa para un acto que se realiza como efecto del estado observado, ya sea antes o después de que ocurra una avería o falla, de un equipo o máquina (Ramesh, 2013, pág. 59). Menciona más adelante que, muchas de las averías suceden al iniciar o detener un equipo o máquina, no obstante, también puede ser causado por un defectuoso mantenimiento; en varias empresas, se llama Mantenimiento de Reparación debido a que se realiza con la finalidad de reparar desperfectos y lograr que el equipo o maquina regresen a su funcionamiento luego de una avería o desperfecto. Luego viene el Mantenimiento Preventivo, el cual tiene como objetivos; primero que todo mantener los equipos en condiciones operativas satisfactorias al implementar inspecciones sistemáticas, detección y corrección de errores o desperfectos leves antes de que se conviertan en algo de mayor gravedad, segundo; pruebas, medidas preventivas, ajustes o calibración, y cambio de partes para prevenir fallas, y por último; registrar la condición operativa de la maquinaria a través del tiempo para su análisis que conlleva al desarrollo de medidas correctivas. (Ramesh, 2013, pág. 58). Si no se planifica de manera correcta, métodos de trabajo ineficientes, poco confiables e inconsistentes serán

realizados, por ende, incitando a discontinuidades en el área de producción, es decir, se debe planear de manera óptima para así poder estar preparado y poder llevar a cabo las actividades de mantenimiento requeridas utilizando recursos e información histórica de la maquinaria y equipos (Illyani Basri, Abdul Razak, Ab-Samat, & Kamaruddin, 2017). Algunos ejemplos de aplicación de mantenimiento preventivo pueden ser los de: detección y reparación de fugas en sistemas de aire comprimido, verificación de la calibración de generadores de vapor, inspección de reguladores de combustión en calderas y limpieza en superficies que intercambian calor (GALANAKIS, 2018, pág. 37). Al generar una buena planificación en las actividades de mantenimiento encargadas de prevenir fallos o averías, se logra un incremento en el tiempo disponible dedicado a la producción para con los equipos, debido a que este es un indicador de la efectividad general de equipos (OEE), puesto que (Stamatis, 2010, pág. 43) propone que para mejorar uno de los componentes de OEE, el cual es la disponibilidad de equipos, se tiene que priorizar el mantenimiento preventivo así como también reducir el tiempo de paradas y analizar el tiempo medio entre fallas como el tiempo medio para reparar; para lo cual expone las siguientes fórmulas, siendo la primera la de Disponibilidad: =
$$\frac{\text{Tiempo Medio Entre Fallas}}{\text{Tiempo Medio Entre Fallas} - \text{Tiempo Medio Para Reparar}}$$
; luego viene la de Tiempo Medio Entre Fallas; =
$$\frac{\text{Tiempo de Operación}}{\text{Número de Fallas}}$$
; y por último la fórmula de Tiempo Medio Para Reparar; =
$$\frac{\text{Tiempo Total de Reparación}}{\text{Número de Reparaciones}}$$
; en donde: Tiempo de Operación viene a ser el tiempo programado para operar, Número de fallas es la cantidad total de fallas, Tiempo total de reparación es la suma del tiempo de cada reparación, por último el Número de reparaciones es la cantidad total de reparaciones.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

El actual estudio de investigación viene a ser del tipo aplicativo, puesto que el Plan de Mantenimiento Preventivo (variable independiente) nos servirá para incrementar la Productividad (variable dependiente),

específicamente en la zona de elaboración del producto, solucionando el inconveniente más importante que es: paradas inesperadas en la empresa CARBOIN S.A.C. en el año 2020.

Diseño de investigación:

Por su enfoque, viene a ser de diseño experimental, siendo de tipo pre-experimental puesto que se analizará el resultado de la variable dependiente (productividad) el cual será su incremento, en virtud del estímulo realizado por la variable independiente (plan de mantenimiento preventivo), se recogerán datos en dos instancias, pre-prueba y post-prueba en la empresa CARBOIN S.A.C., 2020.

Se muestra el esquema del diseño de estudio:

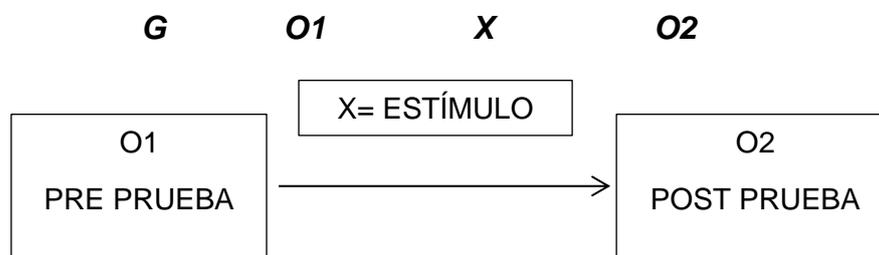


Figura 1. Diseño de investigación

Siendo:

G: Muestra o grupo de estudio.

O1: Medición productividad, antes de Plan de Mantenimiento Preventivo

X: Plan de mantenimiento Preventivo

O2: Medición productividad, después del Plan de Mantenimiento Preventivo.

3.2. Variables y operacionalización

El presente estudio cuenta con dos variables: Plan de Mantenimiento Preventivo, viene a ser la variable independiente de naturaleza cuantitativa, se puede llegar a definir al mantenimiento preventivo como: una política de actividades con el fin de la preservación de la maquinaria basada en la inspección, el reemplazo de componentes y la revisión en un intervalo fijo, sin considerar la condición actual del componente a revisar; generalmente se realiza mediante inspecciones programadas para así poder evaluar la condición de un componente o máquina. El

reemplazo de componentes como; filtros, aceites, correas y piezas lubricantes, son alguno de las actividades o tareas a realizar al momento de llevar a cabo un Mantenimiento Preventivo (Ramesh, 2013).

Productividad: que viene a ser la variable dependiente, contando con una naturaleza cuantitativa, la productividad puede definirse como la conexión existente entre lo elaborado y los insumos utilizados para la elaboración, es decir, se trata de la razón de recursos obtenidos e insumos utilizados; existen diversas maneras de expresar esta relación, por ejemplo: los recursos obtenidos pueden ser componentes obtenidos, mercancía vendida o compradores atendidos, por otro lado para los insumos utilizados pueden ser, horas hombre empleadas, horas máquina, costos directos o indirectos e incluso número de trabajadores (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2013). En anexos se puede revisar la matriz de operacionalización (Ver Anexo A1).

3.3. Población, muestra y muestreo

Lo que viene a ser la población está compuesta por cada una de las 31 máquinas, que participan del proceso productivo, las cuales forman parte de la zona de producción de la compañía CARBOIN S.A.C.

Con el fin de formar la muestra, se escogerán aquellas máquinas que paralizan completamente el proceso productivo, las cuales serán identificadas en la descripción de la situación actual de la empresa CARBOIN S.A.C.

El método de muestreo es no probabilístico, siendo por conveniencia.

La unidad de análisis vendrá a ser aquellas máquinas que paralizan el proceso productivo.

Dentro de los criterios de inclusión se considerarán aquellas máquinas que estén actualmente en funcionamiento y para el criterio de exclusión serán las máquinas que no estén en funcionamiento.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para poder efectuar los objetivos específicos propuestos en la introducción, se hará uso de técnicas e instrumentos representados en la Tabla 1 presentada a continuación:

Tabla 1 Técnicas e Instrumentos.

FASE DE ESTUDIO	FUENTES DE INFORMACIÓN/ INFORMANTES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	TRATAMIENTO/ PROCESO	RESULTADOS ESPERADOS
Describir la situación actual de la empresa CARBOIN S.A.C.	- Gerente General - Jefe de Planta	- Análisis documental - Entrevista	- Diagrama DOP - Guía de Entrevista	Extracción de información	Descubrir el estado existente de la compañía y su zona de producción.
Determinar la productividad actual del área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C.	- Jefe de planta - Libros	- Análisis de datos - Observación	- Registro de fallas - Fichas de recolección de datos	Análisis de información	Obtener la productividad actual de la zona de producción, sin una planificación en las actividades de mantenimiento
Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C.	-Libros -Investigaciones previas	-Análisis documental	Registro de componentes y codificación.	Extracción y análisis de información	Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para el área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C.
Implementar el plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C.	- Jefe de planta - Libros	- Análisis documental - Observación	- Registros y Formatos de mantenimiento - Ficha de recolección de datos	Extracción y Análisis y de información	Desarrollar la planificación de las actividades de mantenimiento
Determinar la productividad luego de la implementación del plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C.	- Jefe de planta - Libros	Análisis de datos	Ficha de recolección de datos	Análisis de información	Obtener el nivel de productividad presente en producción luego de implementar el plan de mantenimiento

Implementar un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la productividad del área de producción en la empresa CARBOIN S.A.C. 2020.	Libros	Análisis documental	Ficha de recolección de datos	Análisis de información	Incrementar la productividad implementando un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción
--	--------	---------------------	-------------------------------	-------------------------	---

3.5. Procedimientos

Para poder describir la situación actual de la empresa CARBOIN S.A.C. se va a describir la empresa y el área de producción mediante la información extraída por medio de entrevistas (Ver Anexo C1 y Anexo C2). También se realizará análisis documental interno en la empresa para obtener documentación relacionada con el proceso productivo (Diagrama DOP).

Luego, para determinar la productividad actual del área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C., se implementará un Registro de fallas y averías (Ver Anexo C3); se recopilarán y analizarán los datos de: Eficiencia, Eficacia y Productividad de sus respectivas fichas de recolección de datos (Ver Anexo C4, Anexo C5, Anexo C6).

Continuando con la investigación, para poder desarrollar el tercer objetivo específico que, es el de diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C., se revisaron artículos de investigación, libros y también documentos internos de la empresa, de los cuales se extrajo información pertinente relacionada a la elaboración de un plan de mantenimiento, por lo cual se revisaran libros para obtener la teoría en la que se basa el tema, al mismo tiempo investigaciones en las cuales se ha utilizado una secuencia para elaborar un plan de mantenimiento, y por último se compensara con los documentos internos de la empresa como por ejemplo: Registro de Componentes.

Para implementar el plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C., se implementará: Formato

de Rutina de Actividades (Ver Anexo C7) y Formato de Historial de Control de Daños (Ver Anexo C8); se realizará análisis de datos de: Tiempo Medio Entre Fallas, Tiempo Medio Para Reparar y Disponibilidad, de sus respectivas fichas de recolección de datos (Ver Anexo C9, Anexo C10, Anexo C11) y por último se realizará análisis documental interno en el área de producción para obtener documentación existente relacionada a la maquinaria que formara parte de la muestra de la presente investigación.

Por último, para determinar la productividad luego de la implementación del plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C., se realizará análisis de datos de: Eficiencia, Eficacia y Productividad (Ver Anexo C4, Anexo C5, Anexo C6).

3.6. Método de análisis de datos.

Procesamiento nivel descriptivo, se tabularán los datos obtenidos de la dimensión de: Productividad. Se presentarán en gráficos y se analizarán según corresponda la categoría de datos.

Procesamiento nivel inferencial, pues se contrastará la hipótesis general al emplear los datos obtenidos en el Pre Test junto al Post Test, luego de la implementación del estímulo.

3.7. Aspectos éticos.

Los autores de la presente investigación, se comprometen a cumplir con la veracidad y autenticidad de la información presentada, de las herramientas utilizadas, de los datos obtenidos por parte de la empresa, así como los instrumentos y las validaciones utilizadas para el desarrollo en su totalidad del presente estudio.

IV. RESULTADOS

Para describir el desarrollo del primer objetivo dos entrevistas se llevaron a cabo: la primera entrevista fue elaborada para el gerente de la empresa CARBOIN S.A.C., Augusto Carvajal Mollinedo, en la cual nos relató que la empresa básicamente se dedica a la comercialización de carbón antracita dentro del rubro de venta de mineral, es decir comercialización minera. Mas adelante nos comentó que la empresa lleva aproximadamente 13 años en actividad, en los cuales se dedicó de manera continua a la venta de carbón mineral de distintas granulometrías según los requerimientos de sus clientes, de los cuales nos mencionó algunos como las dos empresas ecuatorianas con la que trabaja al igual que en el mercado local peruano. Nos explicó que de algunos de sus proveedores reciben carbón en un estado “bruto” sin ningún tipo de proceso o transformación previa, en otras palabras, tal cual sale de la mina; y de otros proveedores reciben carbón semi procesado, es decir, que ya ha pasado por algún tipo de transformación. Continuando con la entrevista se le consulto si la empresa cuenta con algún tipo de organigrama que defina las áreas de la empresa y a sus responsables inmediatos, a lo que nos facilitó, como se puede apreciar en anexos (Ver Anexo B3), el organigrama oficial de la empresa. En dicho organigrama se puede observar quienes son los responsables y encargados de cada área, donde se pueden apreciar las áreas de: Gestión Comercial la cual también es la encargada del comercio exterior, el área de planta la cual contiene al área de producción, área contable y área de finanzas. Después, el gerente nos comentó que la empresa cuenta actualmente con 20 trabajadores dentro de la empresa de los cuales se puede destacar que 14 de dichos trabajadores son los encargados de hacer funcionar el área productiva de la empresa CARBOIN. Al llegar al final de la entrevista se le pregunto sobre un tema que ha venido afectando a todo el mundo desde hace mucho tiempo, el efecto de la actual crisis causada por el Covid-19 en la empresa, nos comentó que a inicios del año pasado hubo una etapa en la cual estuvieron paralizados por al menos 3 meses en los cuales su producción se vio realmente afectada. Pasado ese “pequeño” periodo oscuro de la empresa, esta pudo obtener la autorización para reanudar actividades luego de que presentaran, ante el Ministerio del Trabajo y también al Ministerio de Salud, un plan al que se le

denominó “plan vigilancia Covid”, permitiéndoles reanudar el proceso de transformación de carbón según su granulometría, aproximadamente en el mes de junio del año pasado. Como un comentario final nos indicó que, en comparación del año 2020, en este primer trimestre del presente año 2021, la demanda de carbón se ha venido nivelando, incrementándose la cantidad de pedidos que llegan día a día a la empresa.

Continuando con la entrevista, se acudió al jefe de planta de la empresa CARBOIN, el Ingeniero Víctor Joao Montoya Nuñez, a quien se le pregunto sobre las medidas que se realizan en el área de producción en relación a la medición de indicadores, se le consulto sobre: medición de disponibilidad de equipos e indicadores de productividad a lo cual nos respondió que para la disponibilidad no contaban con ningún calculo, pero, nos comentó que si miden la cantidad producida en toneladas por cada línea de producción, además también cuentan con un procedimiento aparte de verificación de calidad de la materia prima que reciben de sus proveedores, la cual si no es cumplida por parte del proveedor no se autoriza la descarga de la materia prima. Este procedimiento se basa en verificar el porcentaje de ceniza que posee el carbón que va a ser recibido, se utiliza un analizador de ceniza de tipo Ash Probe con el cual se mide en tres puntos distintos y se debe obtener un porcentaje menor al 15% de ceniza para que se pueda autorizar la descarga del volquete. Mas adelante se le consulto sobre los problemas recurrentes en el área de producción y nos comentó que tienen problemas generalmente con los motores, el cual es ocasionado por la cantidad de polvo emanado por las actividades del área respectiva, este polvo ingresa a los motores eléctricos y produce que se lleguen a atascar y se quemen. También menciono el tema de rotura de fajas de transmisión y fajas transportadoras, debido al uso y desgaste ocasionado por la fricción con el material transportado originando que estas se rasguen. Continuando con la entrevista, nos comentó sobre un tema el cual impacta negativamente al proceso productivo, el cual está relacionado a los trabajadores y su grado de compromiso para con sus tareas, la desidia que ellos tienen para con sus actividades, lo cual genera retrasos, re procesos, fallas, etc. De igual forma, nos explicó que el trabajo del área de producción, en pocas palabras, es la de tamizar el carbón a diferentes granulometrías, por lo que vendrían a ser las zarandas la maquinaria principal del proceso productivo, además que, en

comparación al resto de máquinas, cuando una zaranda llega a fallar, ya sea por mala nivelación, motor quemado o rotura de faja de transmisión, toma mucho más tiempo en repararse en comparación a una faja transportadora o una chancadora. Por último, nos comentó que ellos tienen un plan de control ambiental puesto que debido al tamizado de carbón se generan partículas respirables hacia el medio ambiente, dándonos un ejemplo donde ellos deben regar todos los días sus instalaciones para reducir la cantidad de polvo que salen hacia el medio ambiente. Para complementar la información recopilada por medio de las entrevistas, se realizó un análisis documental en la empresa CARBOIN obteniendo, aparte del organigrama interno de la empresa, su Diagrama de Operaciones de Procesos el cual puede ser revisado en anexos (Ver Anexo B4)

Para poder desarrollar el segundo objetivo, el cual fue la medición de la productividad de producción se realizó la medición y calculo en las fichas de recolección de datos con respecto a la Eficiencia de Maquina (Ver Anexo C4) y a la Eficacia de Producción (Ver Anexo C5), obteniendo los siguientes resultados presentados en el siguiente gráfico:

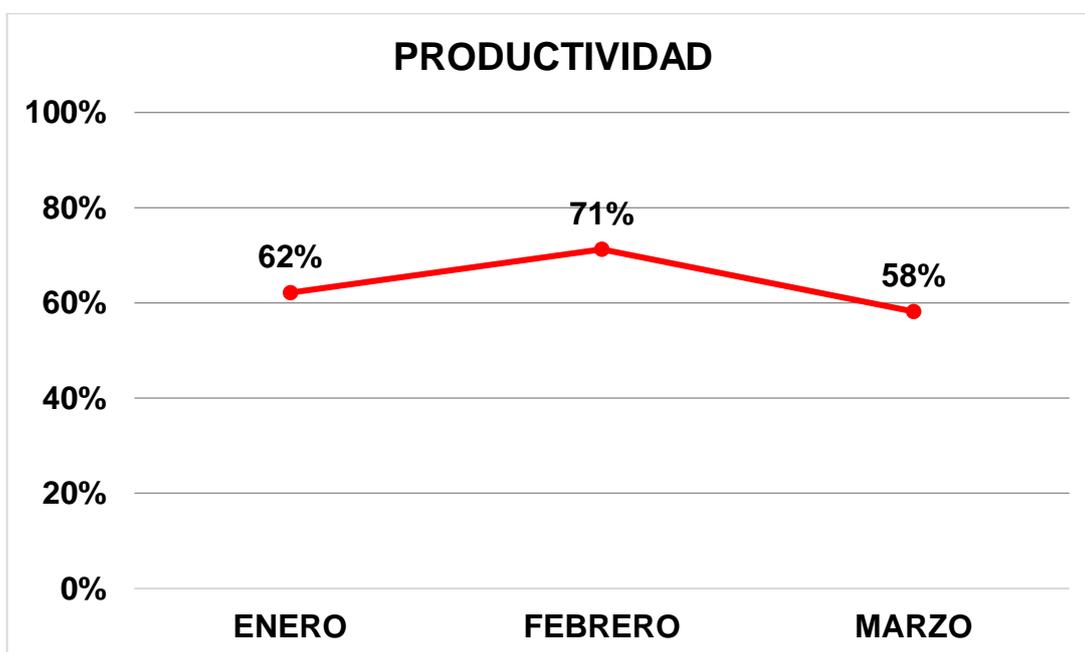


Figura 2. Comparación productividad producción Enero – Marzo

Se puede observar en la Figura 1 que para el mes de enero la productividad fue de 62%, para el mes de marzo tuvo un porcentaje de 71% y para el último mes se obtuvo una productividad de 58%.

Continuando con el tercer objetivo, se realizó la solicitud al gerente general de la empresa CARBOIN S.A.C. sobre los documentos existentes que tengan relacionados al área de producción, referentes a su maquinaria, en especial las zarandas, con la finalidad de llevar un historial de lo que la empresa ya tiene, resultado del mantenimiento reactivo que aplican actualmente. Se procederá a complementar con lo siguiente:

Se realizó la codificación de cada una de las máquinas del área de producción (Ver Anexo A3), siguiendo un modelo alfanumérico de 4 niveles, el cual se explicará en la siguiente figura a continuación:

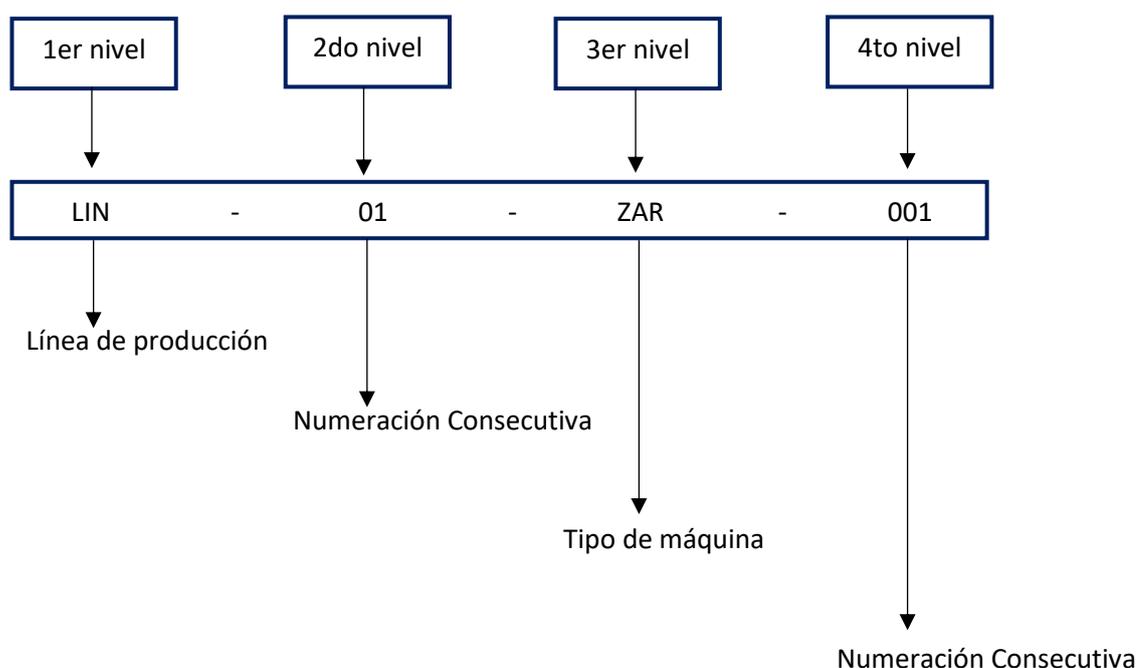


Figura 3. Codificación alfanumérica para máquinas y equipos.

Dentro de los documentos a los que se pudo acceder, que forman parte del área de producción, respecto a la composición de las zarandas que intervienen dentro de las líneas de producción, se pueden resaltar las Tablas 2, 3, 4 y 5, donde se especifica la composición de cada una de las zarandas según la línea de producción a la que corresponden:

Tabla 2 Composición Zaranda Línea 1

Zaranda Línea 1			
Nombre	Marca	Modelo	Características
Base de zaranda	S/N		2.16 m * 1.47 m * 1.92 m
Eje	S/N		1.88 m * 63 mm de espesor
Contrapesos	S/N	Llevar muestra	
Polea	REMAR	14.3*3B	De aluminio
Faja de transmisión	SKF	B86	De lona
Chumacera	SKD	F213	
Pernos de chumacera			5/8" * 2.5" acerado
Motor trifásico	EBERLE		5 HP
Polea de motor	PRISMA	6*2B	De aluminio
Resortes	S/N		18 cm * 9 cm * 3/8" espesor
Malla 1	Maccinox		3 m * 1.2 m * 1 1/2" de luz
Malla 2	Maccinox		3 m * 1.2 m * 1" de luz
Malla 3	Maccinox		3 m * 1.2 m * 1/2" de luz
Canaleta de descarga	S/N		3 mm espesor
Templadores verticales	S/N	Angulo	1 1/2" * 1 1/2" * 3 m
Templadores horizontales	S/N	Angulo	1 1/2" * 1 1/2" * 1.2 m
Pernos para canaletas	S/N		3/8" * 1"
Tolva de recepción material 0- 12	S/N		1.98 m * 1.20 * 2 mm se espesor

Tabla 3 Composición Zaranda Línea 2

Zaranda Línea 2			
Nombre	Marca	Modelo	Características
Base de zaranda	S/N		130 cm * 150 cm * 70cm
Eje	S/N		145 cm * 55 mm de espesor
Contrapesos	S/N		
Polea	S/N	Z16*3B	De aluminio
Faja de transmisión	SKF	B78	De lona
Chumacera	SKD	P211	
Pernos de chumacera			5/8" * 3" acerado
Polea de templador	S/N	3*2B	
Rodaje de polea	SKF	6201-RSH/C3	
Motor trifásico	Siemens		1.5 HP
Polea de motor	S/N	4*1B	De aluminio
Resortes	S/N		31 cm * 11cm * 12 mm espesor
Malla 1	Maccinox		2.5 m * 1 m * 11 mm de luz
Malla 2	Maccinox		2.5 m * 1 m * 4 mm de luz
Malla 3	Maccinox		2.5 m * 1 m * 1.3 mm de luz
Canaleta de descarga	S/N		3 mm espesor
Templadores verticales	S/N	T	1 1/2" * 1" * 2.4m
Templadores horizontales	S/N	T	1 1/2" * 1" * 0.9m
Pernos para asegurar mallas	S/N		3/8" * 2"

Tabla 4 Composición Zaranda Línea 3

Zaranda Línea 3			
Nombre	Marca	Modelo	Características
Base de zaranda	S/N		170 cm * 122 cm * 104 cm
Eje	S/N		136 cm * 51 mm de espesor
Contrapesos	S/N		
Polea	S/N	212*2B	De aluminio
Faja de transmisión	SKF	B81	De lona
Chumacera	SKD	F211	
Pernos de chumacera			5/8" * 3" acerado
Motor trifásico	MWEG	TE1BFOXO	4.9 HP
Polea de motor	S/N	7*2B	De aluminio
Resortes	S/N		20 cm * 11cm * 12 mm espesor
Malla 1	Maccinox		2.2 m * 1 m * 11 mm de luz
Malla 2	Maccinox		2.2 m * 1 m * 4 mm de luz
Malla 3	Maccinox		2.2 m * 1 m * 2 mm de luz
Canaleta de descarga	S/N		3 mm espesor
Pernos			3/8" * 2"
Templadores verticales	S/N	T	1 1/2" * 1" * 2.2 m
Templadores horizontales	S/N	T	2" * 2" * 1 m
Pernos para asegurar mallas	S/N		1/2" * 1 1/2"

Tabla 5 Composición Zaranda Línea 4

Zaranda Línea 4			
Nombre	Marca	Modelo	Características
Base de zaranda	S/N		1.50 m * 1.30 m * 1.60 m
Eje	S/N		1.50 m * 51 mm de espesor
Contrapesos	S/N		
Polea	Lirsa	10*2B	De aluminio
Faja de transmisión	PHOENIX	B87	De lona
Chumacera	SKD	F211	
Pernos de chumacera	S/N		5/8" * 3" acerado
Motor trifásico	SIEMMES		2 HP
Polea de motor	PRISMA	5*2B	De aluminio
Resortes	S/N		18 cm * 11 cm * 3/8" espesor
Malla 1	Maccinox		1 m * 2.40 m * 4mm" de luz
Malla 2	Maccinox		1 m * 2.4 m * 1.3 mm de luz
Canaleta de descarga	S/N		2 mm espesor
Templadores verticales	S/N	"T"	1 " * 1 " * 1.9 m espesor 3 mm
Templadores horizontales	S/N	Angulo	1 1/2" * 1 1/2" * 1 m espesor 3 mm
Pernos para canaletas	S/N		3/8" * 1 1/2"
Pernos para mallas	S/N		3/8" * 1"

Se implemento el Registro de Fallas y Averías, en este formato se registraron el número de fallas o averías para cada una de las zarandas, la fecha y hora en la que aconteció y por último la fecha y hora en la que se pudo retomar el funcionamiento. La finalidad de este formato es registrar el tiempo que la zaranda permaneció detenida, ya sea por actividades planeadas o no planeadas, como, por ejemplo: capacitaciones, fallo de motor, materia prima que no llega, etc. (Ver Anexo C3)

En la Tabla 6 se pueden observar las actividades de mantenimiento periódicas que se plantearon, enfocadas a las zarandas. Estas actividades son realizadas todos los días, una vez a la semana y mensualmente, dependiendo del nivel de profundidad o labor que sea requerido para cumplir con la finalidad preestablecida. El fin de estas actividades es mantener la maquina en condiciones operativas funcionales y satisfactorias.

Tabla 6 Rutina de Actividades de Mantenimiento

Actividades	Frecuencia		
	Diario	Semanal	Mensual
Control de los contrapesos	Diario		
Revisión de las chumaceras de la zaranda	Diario		
Revisión de los ejes de la zaranda	Diario		
Verificación de la faja transmisión al motor	Diario		
Verificación de estructuras de zaranda	Diario		
Verificación de guardas de seguridad del motor trifásico	Diario		
Verificación de polea de motor	Diario		
Verificación y revisión de llaves cuchillas, contactor, reley térmico, pulsador, cable de motor trifásico	Diario		
Control y verificación de mallas de acero inoxidable		Semanal	
Revisión de la vibración, nivelación de la zaranda		Semanal	
Revisión de los pernos que sujetan las mallas de acero inoxidable		Semanal	
Revisión de resorte, tensión		Semanal	
Aplicación de puntos de engrase como chumacera, polea, entre otros			Mensual
Verificación de la estructura de los chutes de descarga			Mensual

Sirviendo de base y apoyo a las rutinas de actividades de mantenimiento, se implementó el Historial de Control de Daños, en donde se llevará un registro por zaranda, de: todas las reparaciones realizadas; que componentes fueron revisados, arreglados o reemplazados; el tiempo que llevo realizar esta operación; quien fue el responsable y por último algún comentario u observación que pueda servir de ayuda en el futuro. (Ver Anexo C8)

Luego de la implementación del tercer objetivo relacionada al MP en producción, se obtuvieron los datos de Tiempo Medio Entre Fallas, Tiempo Medio Para Reparar y de Disponibilidad, los cuales son mostrados a continuación:

Tabla 7 Tiempo Medio Entre Fallas (Abril – Junio)

Tiempo Medio Entre Fallas				
Año	Mes	Tiempo de Operación (Horas)	Número de Paradas	Tiempo Medio Entre Fallas (Horas)
2021	Abril	166.27	41	4.06
2021	Mayo	176.57	37	4.77
2021	Junio	175.90	35	5.03

Se puede observar que para el mes de abril se contaron con 166.27 horas de operación, para el mes de mayo se incrementó en un poco más de 10 horas con un total de 176.57 de horas operativas y terminando con el mes de junio se tuvo un total de 175.90 horas de operación, esto entre los dos turnos que se maneja en la empresa. En el mes de abril se registraron 41 paradas, para el mes de mayo esto llegó a un total de 37 y por último para el mes de junio se registraron 35 paradas, ya sean planeadas o no planeadas. De estos datos se puede obtener un resultado de 4.06 horas de funcionamiento, hasta que se vuelva a incurrir nuevamente una parada, para el mes de abril, teniendo un incremento a 4.77 horas en el mes de mayo y por último contando con 5.03 horas en el mes de junio.

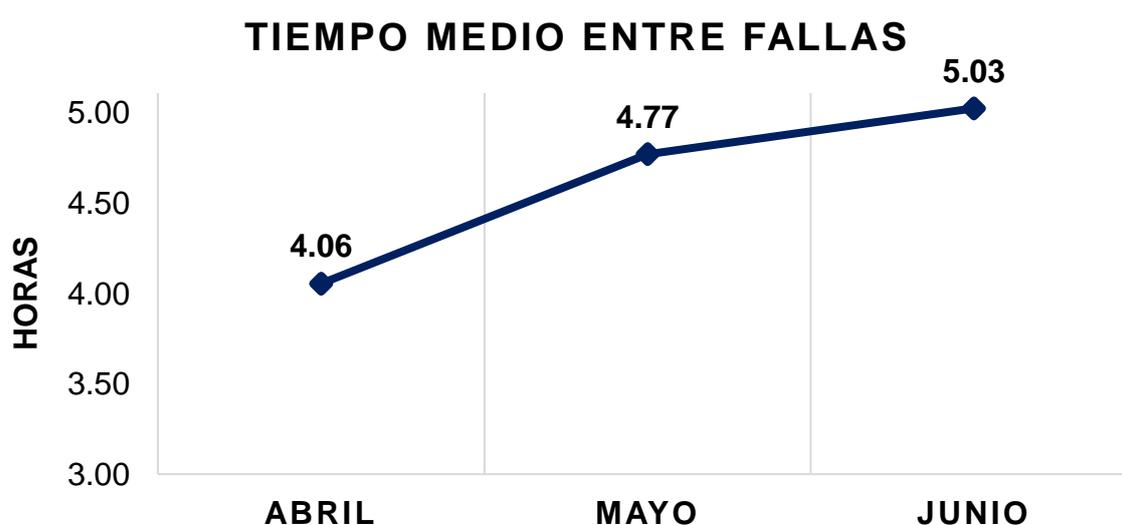
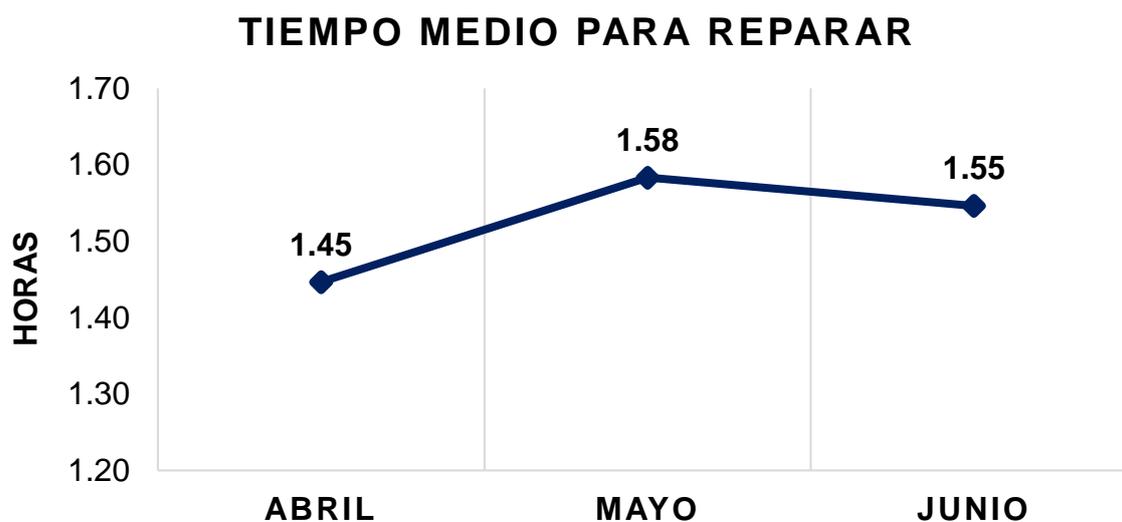


Figura 4. Comparación Tiempo Medio Entre Fallas - Segundo trimestre 2021

Tabla 8 Tiempo Medio Para Reparar (Abril – Junio)

Tiempo Medio Para Reparar				
Año	Mes	Tiempo Total de Reparación (Horas)	Número de Reparaciones	Tiempo Medio Para Reparar (Horas)
2021	Abril	14.47	10	1.45
2021	Mayo	11.08	7	1.58
2021	Junio	13.92	9	1.55

Se puede observar que para el mes de abril se registraron 14.47 horas de reparación, en el mes de mayo este número se redujo a 11.08 horas y para el mes de junio aumento a un total de 13.92 horas. Siendo el número de reparaciones para el mes de abril de un total de 10, para mayo 7 y para junio 9. Pudiendo concluir que el tiempo promedio de reparación para el mes de abril fue de 1.45 horas, para mayo aumento a 1.58 y por último para el mes de junio se registró un promedio de 1.55 horas de reparación.

**Figura 5.** Comparación Tiempo Medio Para Reparar - Segundo trimestre 2021**Tabla 9** Disponibilidad (Abril – Junio)

Disponibilidad				
Año	Mes	Tiempo medio entre fallas	Tiempo medio para reparar	Disponibilidad
2021	Abril	4.06	1.45	73.71%
2021	Mayo	4.77	1.58	75.09%
2021	Junio	5.03	1.55	76.47%

Teniendo el dato de Tiempo Medio Entre Fallas, que fue de 4.06, 4.77 y 5.03 horas para los meses de abril mayo y junio respectivamente, junto al Tiempo Medio Para Reparar, siendo 1.45, 1.58 y 1.55 para abril, mayo y junio de manera respectiva. Se puede obtener la disponibilidad correspondiente a las zarandas que para el mes de abril fue de 73.71%, 75.09% para mayo y por último con un 76.47% para el mes de junio.

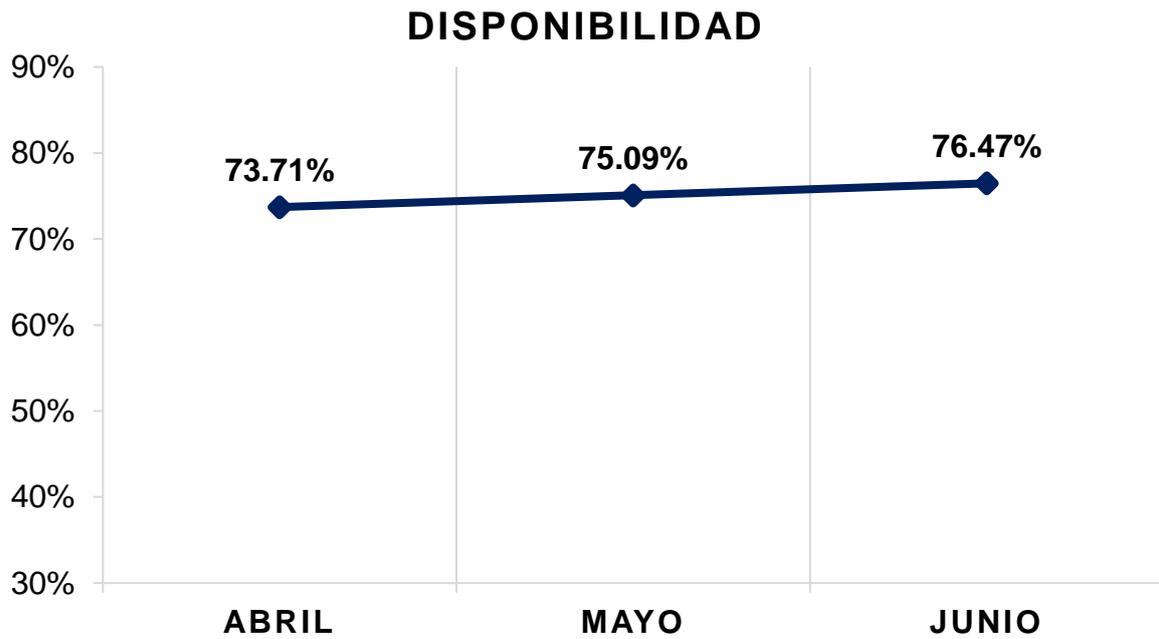


Figura 6. Comparación Disponibilidad - Segundo trimestre del 2021

Para poder volver a determinar la productividad del área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C., luego de que se implementara el PMP, se realizó la medición y calculo en las fichas de recolección de datos con respecto a la Eficiencia de Maquina (Ver Anexo C4) y a la Eficacia de Producción (Ver Anexo C5), obteniendo los siguientes resultados presentados en el siguiente gráfico:

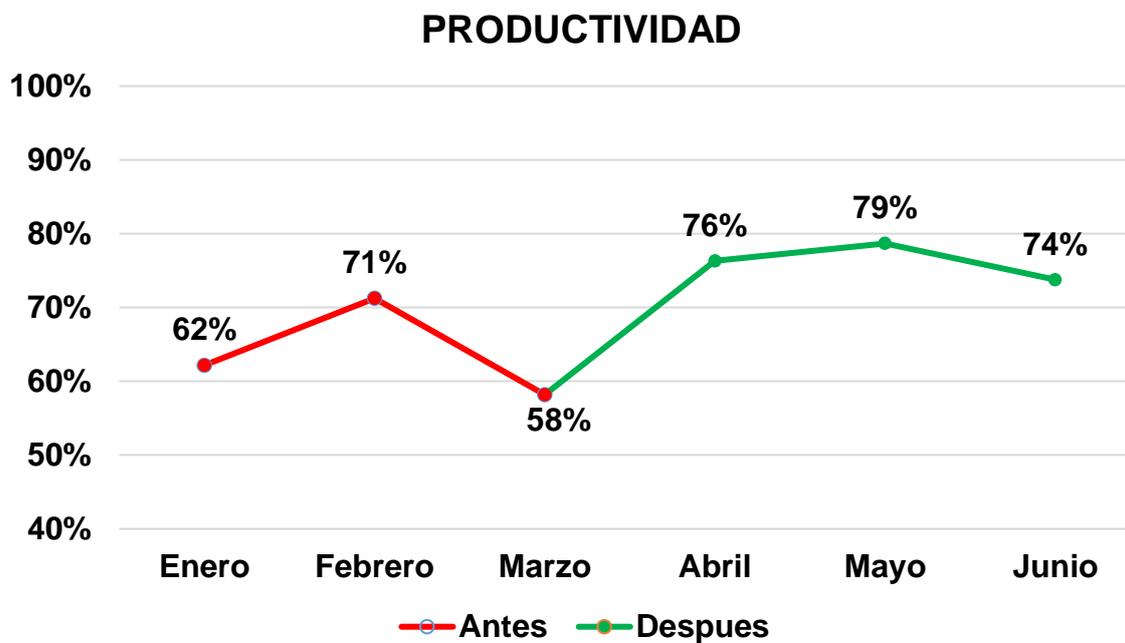


Figura 7. Comparación Productividad Primer y Segundo trimestre 2021

La productividad del segundo trimestre del año en el área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C. mostro un cambio desde el primer mes de abril en donde se registró una productividad de 76%, siguiendo con el mes de mayo en el que se incrementó hasta 79% y por último en el reciente mes de junio en el que se obtuvo una productividad del 74%.

Se realizó el procesamiento de datos de productividad a nivel descriptivo e inferencial utilizando el software IBM SPSS Statistics 21, de donde se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 10 Análisis descriptivo productividad antes y después

		Estadísticos	
		Productividad antes	Productividad después
N	Válidos	3	3
	Perdidos	0	0
Media		63,67	76,33
Moda		58 ^a	74 ^a
Desv. típ.		6,658	2,517
Varianza		44,333	6,333
Rango		13	5

Como primer dato podemos observar que el promedio general de productividad en el primer trimestre, antes del PMP, es de 63.67%. Si se compara con el promedio del segundo trimestre, después del PMP, el cual es de un 76.33% se puede apreciar un incremento de 12.66%. De la misma manera, se puede observar que la Moda es de 58% para el primer trimestre y 74% para el segundo trimestre. En el apartado de desviación típica, podemos observar que para el primer trimestre se tiene una desviación de 6.66%, mientras que para el segundo trimestre es de apenas un 2.51%. Esto quiere decir que los datos obtenidos del segundo trimestre llegan a alejarse de su promedio en un 6.66% por ende teniendo datos más dispersos. Con respecto al rango del primer trimestre, se puede observar que es de 13 y de 5 para el segundo trimestre, teniendo una mayor diferencia entre el valor de productividad más bajo con respecto al más alto en los primeros tres meses del año.

Para llevar a cabo el apartado del análisis inferencial primero se deberá determinar si los datos relacionados a la productividad tienen una distribución normal, es decir si son paramétricos o no, para lo cual se realizará la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk debido a que nuestros datos son grupos dos de 3 datos cada uno, se utilizara el siguiente criterio:

Si Sig ≤ 0.05 los datos de productividad no tienen una distribución normal
Si Sig > 0.05 los datos de productividad tienen una distribución normal

Tabla 11 Prueba de normalidad productividad antes y después

Prueba de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad antes	.953	3	.583
Productividad después	.987	3	.780

De la Tabla 11 podemos observar que el valor Sig para los valores de productividad del primer trimestre es de 0.583 y para el segundo trimestre de 0.780, teniendo ambos un valor mayor al 0.05 por lo tanto se aplicara la prueba de hipótesis T-Student.

Para la contrastación de la hipótesis se tendrá el siguiente criterio hipótesis:

H0: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no aumenta la productividad del área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C.

H1: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la productividad del área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C.

Siendo el criterio de decisión el siguiente:

Si Sig < 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterativa (H1)

Si Sig > 0.05 se rechaza la hipótesis alterativa (H1) y se acepta la hipótesis nula (H0)

Tabla 12 Análisis T-Student contrastación de hipótesis

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad antes - Productividad después	- 12.667	4.163	2.404	- 23.009	-2.324	- 5.270	2	.034

Se puede observar que el valor Sig es de 0.034 siendo menor a 0.05 por ende se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alternativa (H1).

Siendo así que, la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la productividad del área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C.

V. DISCUSIÓN

Luego de las entrevistas realizadas al gerente y jefe de planta, se pudo llegar a tener mayor información respecto a la empresa, lo cual sirvió para poder tener una base respecto a cómo realizar el resto de objetivos específicos como la medición de la productividad de producción y la disponibilidad de equipos del área de producción, es así que se pudo identificar cuáles eran los problemas recurrentes respecto a la maquinaria, siendo los motores de las zarandas y las fajas transportadoras los más comunes, al igual que en la investigación de (Cruz Agustín, 2019), en donde el problema principal eran las paradas no planeadas por parte de la maquinaria, en donde estos sufren desperfectos y requieren mantenimiento correctivo, por ende incumpliendo con lo planeado por la empresa. Un caso similar es lo que se realizó en la investigación de (OJHA, 2015), en donde se utilizó la metodología “Six Big Losses” que se utiliza para identificar las principales causas de pérdidas de procesamiento, teniendo apartados como: averías, configuración, calibración, etc. Así mismo, en el trabajo de investigación de (Segovia Tupia & Curotto Carazas, 2017), se utilizaron dos herramientas para poder conocer las condiciones del área en el que se desarrollaría el proyecto, la primera herramienta fue el análisis FODA en el cual se pudieron registrar las debilidades y amenazas que puede tener el área de desorción de la empresa y luego se empleó el diagrama causa efecto (ISHIKAWA) encontrando el origen de los principales problemas que para mencionar algunos fueron: Falta de mantenimiento de los equipos, alto índice de mantenimiento correctivo, falta de herramientas para reparación de fallas, etc. Algo familiar se aplicó en la tesis de (Rodríguez del Aguila, 2012), puesto que se realizó un diagnóstico situacional en la zona en la que se llevara a cabo la investigación el cual viene a ser el Área de Mantenimiento, puesto que la disponibilidad de equipos no había sido cumplida según su Plan de Gestión de Mantenimiento, debido a que su indicador de MTTR se encontraba fuera del rango aceptado. Herramientas como Ishikawa y Pareto son muy utilizadas para diagnosticar problemas y sus frecuencias, se utilizan a menudo para priorizar el problema a ser tratado o el que será la base para plantear una solución, al igual que en la investigación de (Rojas Gonzales, 2019), en donde se aplicó al inicio un diagnóstico del área en la que se enfocaría su desarrollo de investigación,

realizando primero una cuantificación en los datos de disponibilidad al igual que con sus variables MTBF y MTTR, para luego trazar el camino que lo llevara a la estructuración del diagrama causa efecto para así poder descubrir las causas del problema, aplicando después una encuesta a los operarios para poder ser validada más adelante, con todo este proceso se pasó de un promedio de disponibilidad de 84.27% en el año inicial, a un 97.81% siendo una diferencia de 13.54% en incremento de disponibilidad, siendo este impacto resaltado en la última parte de la secuencia técnica de su estudio, el beneficio económico que conlleva menor tiempo de inactividad de maquina en producción.

Luego de la implementación del PMP, se pudo generar un indicador del porcentaje de funcionamiento que tiene una máquina, es decir su disponibilidad, utilizando las dos variables de la formula como lo son MTBF y MTTR se pudo tener un valor numérico que indica cada cuanto tiempo las maquinas funcionan hasta que ocurre una falla, o el tiempo que toma reparar un desperfecto, es así que en base al rendimiento alcanzado se puede generar objetivos o metas a futuro con la finalidad de mejorar estos indicadores o mantenerlos de manera constante a lo largo del tiempo. Para el segundo trimestre del año 2021 en producción de CARBOIN S.A.C., se obtuvo: para el mes de abril un 73.71%, 75.09% para mayo y por último un 76.47% para el mes de junio de Disponibilidad de equipos en las Zarandas, al no tener una data histórica con la cual comparar el desempeño del plan de mantenimiento sobre la Disponibilidad no se puede dar un juicio positivo o negativo, al compararlo con investigaciones como las de (Das Adhikary, Kumar Bose, Kumar Jana, Bose, & Mitra, 2015), se puede resaltar que se recolectaron datos de MTBF y MTTR para así poder calcular la Disponibilidad, pero la diferencia viene a ser mostrada en el apartado de sus objetivos, puesto que se espera, obviamente, maximizar la disponibilidad de máquinas, pero a su vez se quiere minimizar el costo de mantenimiento, es por esto que el estudio no se termina al obtener la disponibilidad luego de, sino en verificar el costo de mantenimiento al comparar una metodología de mantenimiento reactiva, es decir correctiva, con una de prevención, un MP. El indicador de Disponibilidad para el mantenimiento correctivo fue de un 91.44% y para el mantenimiento preventivo de un 94.17%, sin la existencia de una diferencia descomunal entre estos datos se puede notar el impacto de estos tipos de mantenimiento si se agrega otra variable como la del costo, porque es tan

perjudicial un mantenimiento de reparación, correctivo o reactivo, es debido a que en el estudio se encontró que el costo de mantenimiento para esta metodología ascendió a ₹ 826,326,800, una cifra que por si sola no impacta más allá de la cantidad de dígitos, pero si se compara con el costo de la metodología de mantenimiento preventivo se nota inmensa diferencia puesto que este fue de apenas ₹ 388,507,700, es así que se puede observar una relación entre actividades de mantenimiento programadas y el costo que estas conllevan, por mencionar otro caso se puede resaltar el de (Nour El Houda, Mohammed, Bouziane, & Abdelkader, 2016), en donde también se priorizo el incremento de la disponibilidad y la reducción de los costos relacionados a la mantenibilidad de esta, pero en esta ocasión se utilizó un algoritmo matemático que al utilizarlo para la programación del intervalo de mantenimiento, potencia la efectividad del PMP al ser un modelo de mantenimiento oportunista, solo que en esta oportunidad no solo se compararon con otro tipo de metodología de mantenimiento sino 3, es por ello que al finalizar y recolectar sus resultados se volvieron a comparar datos de disponibilidad y costo de mantenimiento, resultando en: la primera metodología Mantenimiento Preventivo Individual se obtuvo una disponibilidad del 90,88% y un costo de \$840 500, para la segunda, Modelo de Mantenimiento Oportunista su disponibilidad fue de 94.08% y su costo fue de \$348 400, y para la tercera, Ventana de Mantenimiento su disponibilidad fue de 93.52% y el costo de \$414 590. Notando una gran diferencia en tema de costos con respecto a los resultados obtenidos debido a que la segunda metodología de mantenimiento preventivo oportunista demostró gran impacto al conseguir la mayor disponibilidad con el menor costo. Dichas comparaciones de costos de mantenimiento no fueron comparadas en la presente investigación y solo se trabajaron con datos estrictamente relacionados a la disponibilidad y productividad.

Luego de la implementación del plan de mantenimiento preventivo se obtuvo un incremento y se mantuvo el nivel de productividad dentro del área productiva, contando con un nivel, para el mes de abril en el cual se registró una productividad de 76%, siguiendo con el mes de mayo en el que aumento hasta 79% y por último en el reciente mes de junio en el que se obtuvo un valor del 74%. Si bien es cierto que el mantenimiento preventivo no es algo novedoso o de última generación, es la base para la implementación de uno de los planes de mantenimiento más

utilizados por las grandes empresas debido al impacto que tiene para con la maquinaria, un ejemplo de esto es que para la metodología de Mantenimiento Productivo Total, uno de los pilares esenciales para poder desarrollar dicha metodología, es el mantenimiento preventivo, como es el caso del artículo de (Morales Méndez & Silva Rodríguez, 2017), en donde se planteó como objetivo el de reducir el número de perdidas en una línea mecanizada de piezas móviles y por supuesto incrementar la productividad de dicha área, explica que para poder conseguir dicho objetivo se debe aplicar y desarrollar 9 pilares que forman parte del TPM, de todos los pilares mencionados el que es esencial viene a ser el cuarto pilar, puesto que es el plan de mantenimiento preventivo, con actividades planeadas, esto es debido a que es la base de la rama de mantenimiento que tiene el enfoque de prevenir mas no de corregir. También menciona mantenimiento autónomo y prevención del mantenimiento, estos se refieren a no mas que capacitar al operario e incluir a la empresa dentro de la metodología del mantenimiento, esto quiere decir que para que una maquina o conjunto de maquinas funcionen de manera constante se necesita que el operario o el encargado de supervisar dicha maquina tenga conocimientos y habilidades suficientes para poder tomar decisiones al momento que puede llegar a ocurrir una avería o falla, así reduciendo el impacto de estas, y respecto al segundo se refiere a que la empresa tome en cuenta el plan de mantenimiento al instante de adquirir nueva maquinaria, al momento de programar las actividades de mantenimiento y el control adecuado de este plan de mantenimiento.

VI. CONCLUSIONES

1. Para concluir, se describió el estado actual de CARBOIN S.A.C., en la cual se encontró que el 70% de su personal labora en producción, se realizan mediciones de: cantidad de toneladas producidas al día según línea de producción, nivel de ceniza del carbón recibido por medio de Ash Probe. Así como recurrentes problemas en los motores de las zarandas y en las fajas transportadoras.
2. Por otra parte, se determinó la productividad de producción de la empresa al inicio del estudio teniendo un promedio de 63.67% entre los tres primeros meses el estudio, con una productividad mensual de: 62%, 71% y 58% para los meses de Enero, Febrero y Marzo respectivamente.
3. Se logro diseñar un PMP para el área de producción de la empresa, el cual está conformado por: Codificación de maquinaria y equipos, Registro de fallas y averías, Formato de Rutina de Actividades, Historial de Control de Daños. Todo esto en conjunto a los documentos que la empresa ya cuenta como el registro de componentes por línea de producción.
4. Como parte de la implementación del PMP se pudo calcular la Disponibilidad de equipos del área de producción, que fue de: 73.71%, 75.09% y 76.47% para los meses de Abril, Mayo y Junio respectivamente
5. Por último, luego de que se llevara a cabo el PMP, se determinó la productividad del área de producción, donde se obtuvo un promedio de 76.33% entre los tres meses del segundo trimestre del año, con una productividad mensual de: 76%, 79% y 74% para los meses de Abril, Mayo y Junio respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar procedimientos de control en el área productiva como en toda la empresa, como indicadores de disponibilidad, ratio de fallos, control de calidad de producto, etc. Puesto que servirá como un indicador del rendimiento de la empresa y así poder fijar metas u objetivos alcanzables que podrán mejorar el rendimiento de esta.

Se recomienda mejorar el plan de mantenimiento elaborando fichas técnicas que indiquen las características de los equipos presentes en producción, la implementación de un área de mantenimiento preventivo y la implementación de un inventario de repuestos y accesorios.

Se recomienda ampliar la cantidad de máquinas consideradas en el plan de mantenimiento, puesto que el área de producción cuenta con problemas menores que al ser solucionados de manera conjunta, esto podría verse reflejado en los indicadores de productividad de la empresa.

Se sugiere considerar el efecto de la disponibilidad en la rentabilidad de la empresa, considerando costos de mantenimiento, mano de obra, materia prima, etc.

REFERENCIAS

- Adedeji Bodunde, B. (2014). *Handbook of INDUSTRIAL and SYSTEMS ENGINEERING*. New York: Taylor & Francis Group, LLC.
- Andina. (16 de Diciembre de 2019). *Andina Agencia Peruana de Noticias*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2020, de <https://andina.pe/agencia/noticia-sector-mantenimiento-mueve-alrededor-s-200-millones-al-ano-el-peru-778501.aspx>
- Burawat, P. (2019). *PRODUCTIVITY IMPROVEMENT OF HIGHWAY ENGINEERING INDUSTRY BY IMPLEMENTATION OF LEAN SIX SIGMA, TPM, ECRS, AND 5S: A CASE STUDY OF AAA CO., LTD*. Khlong Hok: Rajamangala University of Technology Thanyaburi.
- Christiansen, B. (18 de Enero de 2018). *Limble CMMS*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2020, de <https://limblecmms.com/blog/cmms-maintenance-statistics-for-2018/#>
- Cruz Agustín, P. C. (2019). *Propuesta de implementación un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad de equipos en el área de chancado de la planta concentradora*. Huancayo: Universidad Continental. Recuperado el 21 de Septiembre de 2020, de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5537>
- Das Adhikary, D., Kumar Bose, G., Kumar Jana, D., Bose, D., & Mitra, S. (2015). *AVAILABILITY AND COST-CENTERED PREVENTIVE MAINTENANCE SCHEDULING OF CONTINUOUS OPERATING SERIES SYSTEMS USING MULTI-OBJECTIVE GENETIC ALGORITHM: A CASE STUDY*. Quality Engineering.
- Deloitte University Press. (9 de Mayo de 2017). *Deloitte Insights*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2020, de <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/using-predictive-technologies-for-asset-maintenance.html>
- Emrouznejad, A., & Cabanda, E. (2014). *Managing Service Productivity: Using Frontier Efficiency Methodologies and Multicriteria Decision Making for Improving Service Performance*. New York: Springer Science+Business Media.
- Ferreyros. (30 de Septiembre de 2016). *Ferreyros*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2020, de <https://www.ferreyros.com.pe/noticia/ferreyros-y-senati-lanzan-especializacion-en-mantenimiento-de-maquinaria-pesada/>
- GALANAKIS, C. M. (2018). *Sustainable food Systems from Agriculture to Industry*. London: Elsevier Inc.
- García Zambrano, X. L., & Cedeño Yáñez, D. V. (2018). Manual de procedimientos para codificación y registro de propiedad, planta y equipo de las empresas del sector agrícola en el Ecuador. *Espirales*.
- Groover, M. P. (2015). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*. Pearson Higher Education.
- Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

- Illyani Basri, E., Abdul Razak, I. H., Ab-Samat, H., & Kamaruddin, S. (2017). *Preventive Maintenance (PM) planning: a review*. Journal of Quality in Maintenance Engineering.
- Koren, Y. (2010). *The Global Manufacturing Revolution*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Levitt, J. (2011). *Complete Guide to Preventive and Predictive Maintenance*. New York: Industrial Press Inc.
- Luo, Z. (2015). *Robotics, Automation, and Control in Industrial and Service Settings*. GI Global;Engineering Science Reference.
- McLoughlin, C., & Miura, T. (2018). *True Kaizen Management's Role in Improving Work Climate and Culture*. Productivity Press;CRC Press/Taylor & Francis Group.
- MINING CLUB. (29 de Febrero de 2016). *MiningPress*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2020, de <http://miningpress.com/club/294647/ferreyros-y-senati-alianza-para-capacitacion-en-maquinaria-pesada>
- Morales Méndez, J. D., & Silva Rodriguez, R. (2017). *Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line*. London: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology.
- Munyai, T., Mboniyane, B., & Mbohwa, C. (2018). *Productivity improvement in manufacturing SMEs : application of work study techniques*. Productivity Press;CRC Press.
- Nour El Houda, C., Mohammed, D., Bouziane, B., & Abdelkader, N. (2016). *OPTIMISATION OF PREVENTIVE MAINTENANCE GROUPING STRATEGY FOR MULTI-COMPONENT SERIES SYSTEMS: PARTICLE SWARM BASED APPROACH*. Computers & Industrial Engineering.
- OJHA, S. (2015). *Coal Handling System-Its Performance Monitoring & Suggestive Measures For Improvements*. Rourkela: NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY.
- Plant Services. (18 de Abril de 2017). *Plant Services*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2020, de <https://www.plantservices.com/assets/Media/1704/PdM-survey-results-2017.pdf>
- Ramesh, G. (2013). *Maintenance and Reliability Best Practices*. New York: Industrial Press Inc.
- Rodriguez del Aguila, M. A. (2012). *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Rojas Gonzales, J. R. (2019). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos en la planta de chancado de una unidad minera en La Libertad, 2019*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Segovia Tupia, O. L., & Curotto Carazas, J. L. (2017). *Mejora del proceso para incrementar la productividad del área de desorción de carbón activado de la empresa Áurica-2017*. Lima: Universidad Privada del Norte.
- Silva Sanhueza, S. E. (2017). *Plan de mantenimiento para correa transportadora critica en planta de chancado en minera andina*. Viña del Mar: Universidad Técnica Federico Santa María. Recuperado el 21 de Septiembre de 2020, de <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/39961>

- Stamatis, D. H. (2010). *The OEE Primer Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*. New York: Taylor & Francis Group.
- Tejas S., K., & Uday A., D. (2017). *MACHINE OPERATIONAL AVAILABILITY IMPROVEMENT BY IMPLEMENTING EFFECTIVE PREVENTIVE MAINTENANCE STRATEGIES - A REVIEW AND CASE STUDY*. International Journal of Engineering Research and Technology.
- Tetteh, E. G., & Uzochukwu, B. M. (2015). *Lean Six Sigma Approaches in Manufacturing, Services, and Production*. IGI Global;Business Science Reference.
- Urban Drainage Standards Committee. (2006). *Standard Guidelines for the Design (45-05), Installation (46-05), and Operation & Maintenance (47-05) of Urban Stormwater Systems*. Virginia: American Society of Civil Engineers.
- Usubamatov, R. (2018). *Productivity Theory for Industrial Engineering*. New York: Taylor & Francis Group, LLC.

ANEXOS

Anexos A: Tablas

Anexo A1: Matriz de operacionalización de variables

Variables de estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición
Variable Independiente Plan de Mantenimiento Preventivo	El mantenimiento preventivo puede ser definido como: una estrategia de mantenimiento basada en la inspección, el reemplazo de componentes y la revisión en un intervalo fijo, sin considerar la condición actual del componente a revisar (Ramesh, 2013).	Es la implementación de mantenimiento, por medio de tareas programadas logrando incrementar la Disponibilidad de la maquinaria, utilizando los indicadores propios de la fórmula: Tiempo medio entre fallas y Tiempo medio para reparar.	Tiempo medio entre fallas	$\frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Número de paradas}}$	Razón
			Tiempo medio para reparar	$\frac{\text{Tiempo total de reparación}}{\text{Número reparaciones}}$	
			Disponibilidad	$\frac{\text{Tiempo medio entre fallas}}{\text{Tiempo medio entre fallas} + \text{Tiempo medio para reparar}}$	
Variable Dependiente Productividad	La productividad puede definirse como la relación existente entre lo elaborado y los recursos utilizados para la elaboración, es decir, se trata de la razón de recursos obtenidos e insumos utilizados (Gutiérrez Pulido, et al., 2013).	Variable cuantitativa, medible por medio del cálculo de sus dos dimensiones, Eficacia y Eficiencia.	Eficiencia de Maquina	$\frac{\text{Tiempo maquina efectivo}}{\text{Tiempo maquina disponible}}$	Razón
			Eficacia de Producción	$\frac{\text{Producción alcanzada}}{\text{Producción programada}}$	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo A2: Matriz de Vester

Código	Variables	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	TOTAL
B1	Ambiente desordenado	0	2	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	6
B2	Mucha suciedad y polvo	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5
B3	Falta de Compromiso	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	1	2	13
B4	Distracción de los operarios	1	1	2	0	1	0	0	0	1	1	1	1	9
B5	Carbón Húmedo	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4
B6	Falta de repuestos y aditivos	0	0	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	8
B7	Falta de Herramientas	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	6
B8	Maquinas descalibradas	1	2	2	1	1	2	2	0	2	3	2	1	19
B9	No mide disponibilidad de Equipos	1	2	3	2	2	3	3	3	0	3	2	2	26
B10	No Registra número de averías	0	2	1	2	1	2	2	3	3	0	2	2	20
B11	Retraso en las compras	1	0	2	2	1	1	2	0	1	1	0	1	12
B12	Mantenimiento Correctivo	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	0	13
													TOTAL	141

Fuente: Elaboración Propia

Anexo A3: Codificación maquinaria y equipos

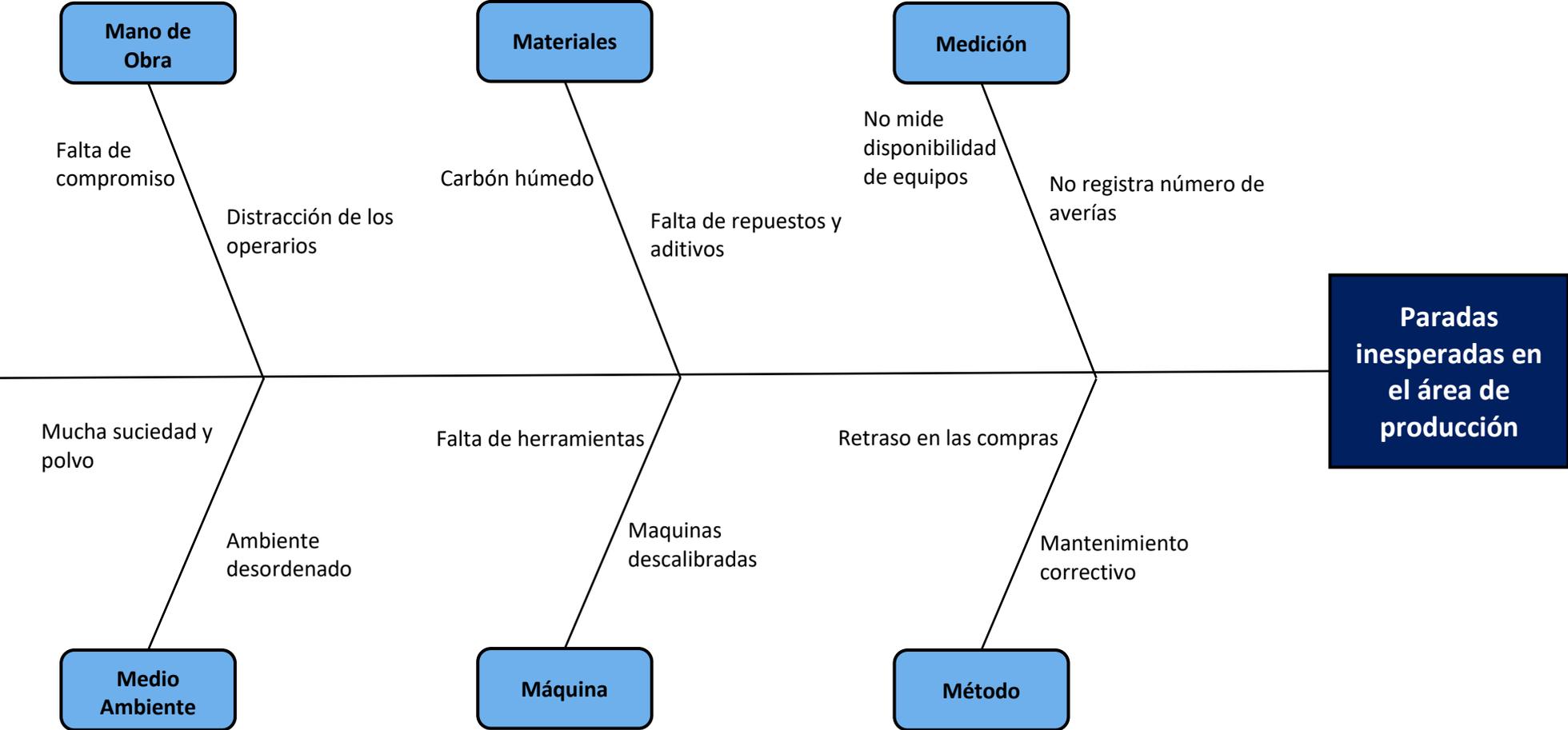
Código	Descripción	Línea
LIN01TOL001	Tolva	Línea 1
LIN01FAJ001	Faja 1	Línea 1
LIN01CHA001	Chancadora principal	Línea 1
LIN01FAJ002	Faja 2	Línea 1
LIN01ZAR001	Zaranda Línea 1	Línea 1
LIN01FAJ003	Faja 3	Línea 1
LIN01CHA002	Chancadora pequeña	Línea 1
LIN01FAJ004	Faja 4 (25 A 38 MM)	Línea 1
LIN01FAJ005	Faja 5 (12 A 25 MM)	Línea 1
LIN01FAJ006	Faja 6(0 a 12 MM)	Línea 1
LIN02TOL001	Tolva	Línea 2
LIN02FAJ001	Faja 1	Línea 2
LIN02ZAR001	Zaranda	Línea 2
LIN02FAJ002	Faja 2	Línea 2
LIN02HEL001	Helicoidal	Línea 2
LIN02FAJ003	Faja 3	Línea 2
LIN02FAJ004	Faja 4	Línea 2
LIN03TOL001	Tolva	Línea 3
LIN03FAJ001	Faja 1	Línea 3
LIN03ZAR001	Zaranda	Línea 3
LIN03FAJ002	Faja 2	Línea 3
LIN04TOL001	Tolva	Línea 4
LIN04FAJ001	Faja 1	Línea 4
LIN04CHA001	Chancadora principal	Línea 4
LIN04FAJ002	Faja 2	Línea 4
LIN04ZAR001	Zaranda Línea 1	Línea 4
LIN04FAJ003	Faja 3	Línea 4
LIN04CHA002	Chancadora pequeña	Línea 4
LIN04FAJ004	Faja 4 (25 A 38 MM)	Línea 4
LIN04FAJ005	Faja 5 (12 A 25 MM)	Línea 4
LIN04FAJ006	Faja 6(0 a 12 MM)	Línea 4

Fuente: Elaboración Propia

Anexos B: Figuras

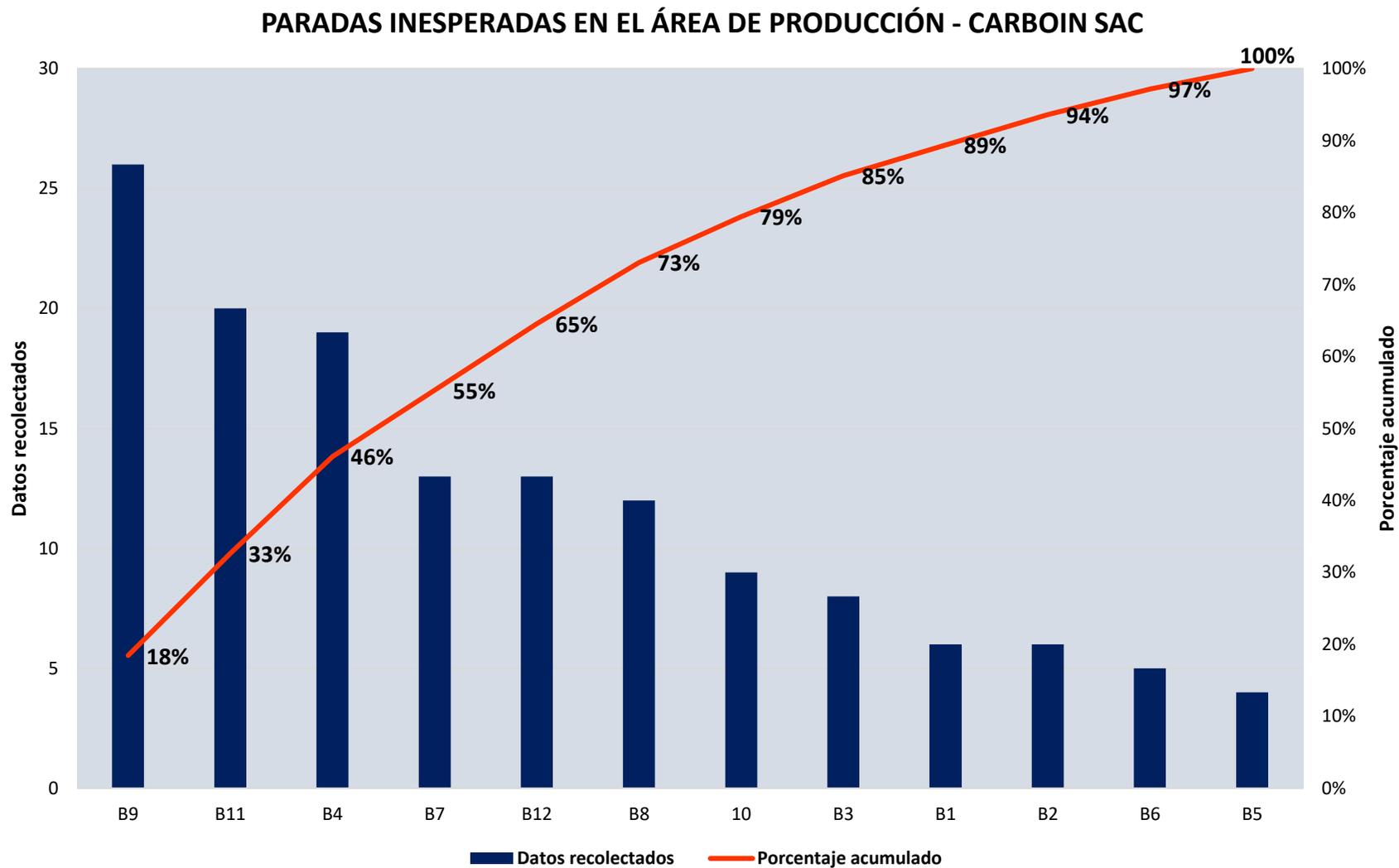
Anexo B1: Diagrama Ishikawa

Diagrama de Ishikawa - CARBOIN S.A.C.



Fuente: Elaboración Propia

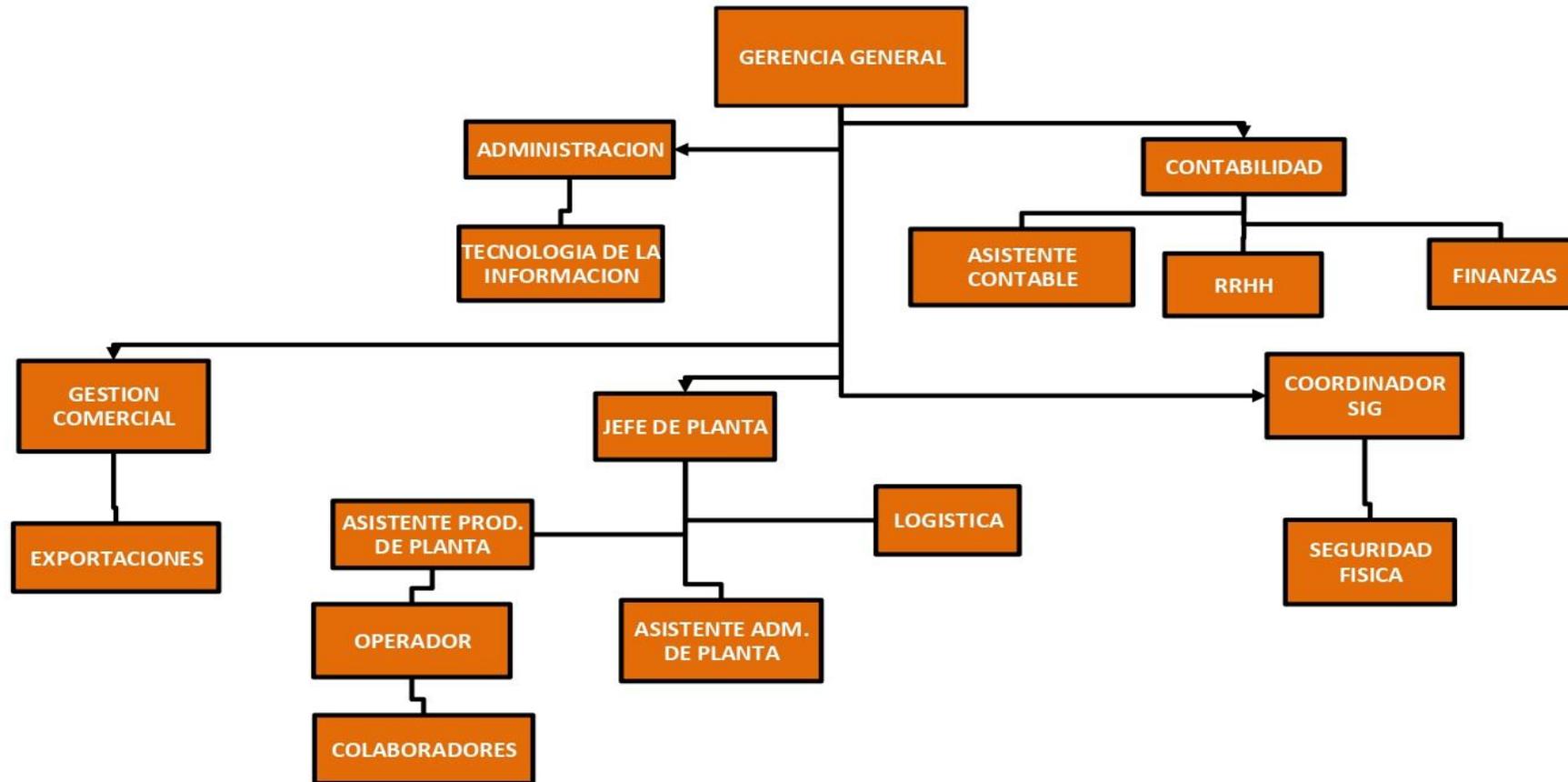
Anexo B2: Diagrama de Pareto de Paradas Inesperadas en el Área de Producción de la empresa CARBOIN S.A.C.



Fuente: Elaboración Propia

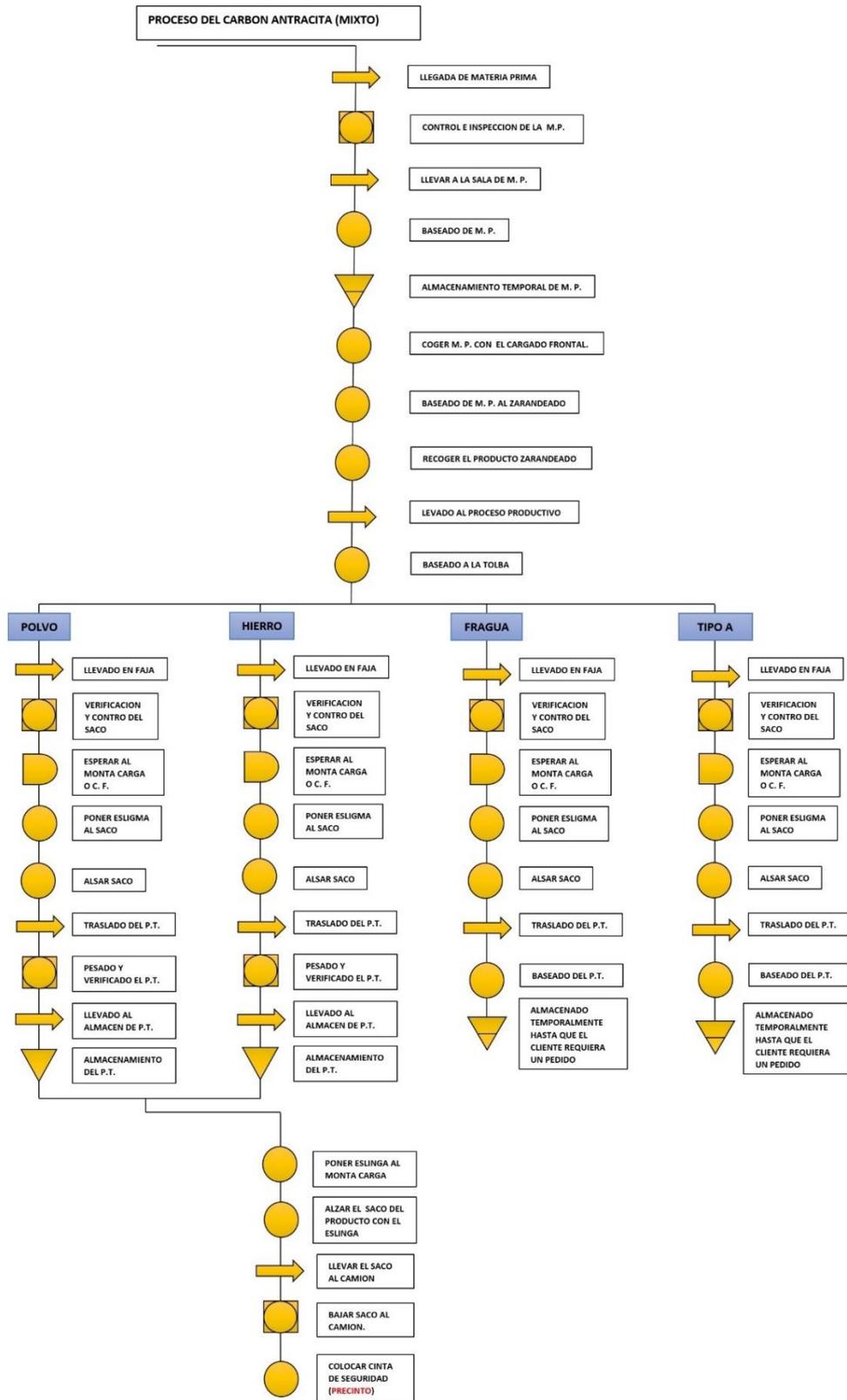
Anexo B3: Organigrama CARBOIN S.A.C.

	ORGANIGRAMA CARBOIN SAC	CODIGO: CAR-GD-G-002
		VERSIÓN: 06
		FECHA REVISIÓN: 29/01/2020
		FECHA APROBACIÓN: 01/02/2020



Fuente: Elaboración Propia

Anexo B4: Diagrama de Operaciones de Proceso



Fuente: Elaboración Propia

Anexo B5: Aplicación de entrevistas



Fuente: Elaboración Propia

Anexo B6: Toma de datos de actividades de mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

Anexo B7: Documentos para el trabajo de investigación



CARTA DE CONSENTIMIENTO DE LA EMPRESA

El Representante de la empresa **Augusto Carvajal Mollinedo**, hace de conocimiento que el Sr. **Abel Anthony Ruiz Miranda** con **DNI N°71076931** y el Sr. **Moises Dimas Torrejon Lopez** con **DNI N°70468342**, estudiantes de la Universidad Cesar Vallejo de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, han solicitado el acceso a las instalaciones de la empresa CARBOIN S.A.C. ubicada en Av. Las Casuarinas Mza. N Lote. 1 Sec. Industrial Reactivación 2013-2014 2da Etapa, en la ciudad de Trujillo, distrito de Huanchaco, departamento de La Libertad, en las fechas de Enero – Junio 2021, el motivo es para el desarrollo de las actividades que les ayudaran a realizar su investigación de fin de carrera, titulada **“Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la productividad del área de producción en la empresa CARBOIN S.A.C., 2020”**.

La empresa se compromete a brindarle el acceso a las instalaciones y se limita, previo acuerdo con los estudiantes, a dar o no datos confidenciales, dado la política propia de la empresa.

Es potestad de los estudiantes aplicar sus diferentes conocimientos en el desarrollo del trabajo a realizar.

Así mismo, la empresa exige se le haga llegar una copia del trabajo realizado como prueba del buen uso de los datos recogidos.

Trujillo 22 de diciembre del 2020



AUGUSTO CARVAJAL MOLLINEDO
GERENTE
CARBOIN S.A.C.

Daniel Alcides Carrión # 380 Dpto. 302
Urb. San Nicolás
Trujillo, Perú

Teléfono:(51-44)208851
E-mail: carboinsac@gmail.com

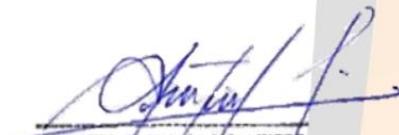
Augusto Carvajal Mollinedo
Cargo: Gerente General
DNI 48937642

AUTORIZACIÓN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

*Universidad cesar vallejo
Coordinador de la E.P. Ingeniería Industrial
Trujillo - La Libertad*

Yo, **Augusto Carvajal Mollinedo** Gerente General de la empresa CARBOIN S.A.C. ubicada en Av. Las Casuarinas Mza. N Lote. 1 Sec. Industrial Reactivación 2013-2014 2da Etapa, en la ciudad de Trujillo, distrito de Huanchaco, departamento de La Libertad, me dirijo a usted con el propósito de dar autorización al Sr. **Ruiz Miranda Abel Anthony** con **DNI N°71076931** y el Sr. **Torrejon Lopez Moises Dimas** con **DNI N°70468342**, estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, a la información necesaria del área en estudio para desarrollar y concretar la tesis titulada: **“Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la productividad del área de producción en la empresa CARBOIN S.A.C., 2020”**, siendo conveniente la realización de este permiso para mejoras en mi representada.

Trujillo 22 de diciembre del 2020



AUGUSTO CARVAJAL MOLLINEDO
GERENTE
CARBOIN S.A.C.

Augusto Carvajal Mollinedo
Cargo: Gerente General
DNI 48937642

**AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA PARA PUBLICACIÓN EN EL
REPOSITORIO**

Yo, **Augusto Carvajal Mollinedo**, en calidad de Gerente General autorizo que el Sr. **Ruiz Miranda Abel Anthony** y el Sr. **Torrejon Lopez Moises Dimas**, estudiantes de la Universidad Cesar Vallejo, publiquen en el repositorio de la biblioteca así como en revistas especializadas en investigaciones científicas, a fin de contribuir con la base de datos académicos, siendo la realización de este documento para la mejora y conformidad de los datos expuestos en la tesis titulada "**Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la productividad del área de producción en la empresa CARBOIN S.A.C., 2020**".

Trujillo 22 de diciembre del 2020



AUGUSTO CARVAJAL MOLLINEDO
GERENTE
CARBOIN S.A.C.

Augusto Carvajal Mollinedo
Cargo: Gerente General
DNI 48937642

Anexos C: Instrumentos.

Anexo C1: Guía de entrevista 1

Guía de entrevista - Descripción de la situación actual de la empresa CARBOIN S.A.C.	
Descripción la empresa CARBOIN S.A.C.	
Dirigido a:	
Cargo:	
1	¿A qué se dedica la empresa?
2	¿Cuál es el rubro de la empresa?
3	¿Cuántos años lleva la empresa en actividad?
4	¿Qué productos son los que vende?
5	¿Quiénes son sus clientes?
6	¿Quiénes son sus proveedores?
7	¿Cuenta la empresa con algún organigrama interno?
8	¿Con que áreas cuenta la empresa actualmente?
9	¿Cuántos trabajadores tiene la empresa en total?
10	¿Cuántos intervienen en el área de producción?
11	¿Cómo ha afectado la pandemia a la empresa?
12	¿Implementaron algún protocolo de bioseguridad frente a la pandemia?

Fuente: Elaboración Propia

Anexo C2: Guía de entrevista 2

Guía de entrevista - Descripción de la situación actual de la empresa CARBOIN S.A.C.	
Descripción del área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C.	
Dirigido a:	
Cargo:	
1	¿Cuenta con métodos de medición de disponibilidad de equipos?
2	¿Cuenta con indicadores de productividad en su respectiva área?
3	¿Cuáles son los problemas recurrentes internos en producción?
4	¿Cuál es el problema que tiene mayor impacto en el proceso productivo?
5	¿Cuáles son las máquinas esenciales en el proceso de producción?
6	¿En qué aspecto afecta el medio ambiente al proceso productivo?
7	¿Qué factores externos afectan al área de producción?

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo C3: Registro de Fallas y Averías

		REGISTRO DE FALLAS Y AVERÍAS			
Máquina					
Código					
N°	Origen o motivo de la parada	Parada		Arranque	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo C4: Ficha de recolección de datos de Eficiencia

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CARBOIN S.A.C., 2020									
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS									
Dimensión:		EFICIENCIA							
Indicador:		$\frac{\text{Tiempo maquina efectivo}}{\text{Tiempo maquina disponible}}$							
Técnica:		Observacion							
ANTES					DESPUÉS				
Año	Mes	Tiempo Maquina Efectivo (Horas)	Tiempo Maquina Disponible (Horas)	Eficiencia (%)	Año	Mes	Tiempo Maquina Efectivo (Horas)	Tiempo Maquina Disponible (Horas)	Eficiencia (%)
2021	Enero	160.95	200	80.47%	2021	Abril	166.27	192	86.60%
2021	Febrero	164.93	192	85.90%	2021	Mayo	176.57	200	88.28%
2021	Marzo	148.42	200	74.21%	2021	Junio	175.90	200	87.95%

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo C5: Ficha de recolección de datos de Eficacia

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CARBOIN S.A.C., 2020									
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS									
Dimensión:		EFICACIA							
Indicador:		$\frac{\text{Producción alcanzada}}{\text{Producción programada}}$							
Técnica:		Observación							
ANTES					DESPUÉS				
Año	Mes	Producción Alcanzada (Tn)	Producción Programada (Tn)	Eficacia (%)	Año	Mes	Producción Alcanzada (Tn)	Producción Programada (Tn)	Eficacia (%)
2021	Enero	1858.70	2400	77.45%	2021	Abril	1586.3	1800	88.13%
2021	Febrero	1273.92	1536	82.94%	2021	Mayo	1670.85	1875	89.11%
2021	Marzo	1354.86	1728	78.41%	2021	Junio	1572.3	1875	83.86%

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo C6: Ficha de Recolección de datos de Productividad

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CARBOIN S.A.C., 2020									
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS									
Dimensión:		PRODUCTIVIDAD							
Indicador:		<i>Eficiencia * Eficacia</i>							
Técnica:		Observación							
ANTES					DESPUÉS				
Año	Mes	Eficiencia	Eficacia	Productividad (%)	Año	Mes	Eficiencia	Eficacia	Productividad (%)
2021	Enero	80.26%	77.45%	62%	2021	Abril	86.60%	88.13%	76%
2021	Febrero	85.90%	82.94%	71%	2021	Mayo	88.28%	89.11%	79%
2021	Marzo	74.21%	78.41%	58%	2021	Junio	87.95%	83.86%	74%

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo C7: Formato de Rutina de Actividades

		RUTINA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
Máquina		Diario	Semanal	Mensual	Mes
Código		D	S	M	
N°	ACTIVIDADES	FRECUENCIA			ESTADO
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo C8: Formato de Historial de Control de Daños

		HISTORIAL DE CONTROL DE DAÑOS					
Máquina							
Código							
N°	Componente revisado	Fecha	Hora		Actividad Realizada	Observaciones	Responsable
			Inicio	Fin			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo C9: Ficha de recolección de datos de Tiempo Medio Entre Fallas

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CARBOIN S.A.C., 2020				
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
Dimensión:		TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS		
Indicador:		$\frac{\textit{Tiempo de operación}}{\textit{Número de paradas}}$		
Técnica:		Observación		
Año	Mes	Tiempo de Operación (Horas)	Número de Paradas	Tiempo Medio Entre Fallas (Horas)
2021	Abril	166.27	41	4.06
2021	Mayo	176.57	37	4.77
2021	Junio	175.90	35	5.03

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo C10: Ficha de recolección de datos de Tiempo Medio Para Reparar

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CARBOIN S.A.C., 2020				
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
Dimensión:		TIEMPO MEDIO PARA REPARAR		
Indicador:		$\frac{\textit{Tiempo total de reparación}}{\textit{Número reparaciones}}$		
Técnica:		Observación		
Año	Mes	Tiempo Total de Reparación (Horas)	Número de Reparaciones	Tiempo Medio Para Reparar (Horas)
2021	Abril	14.47	10	1.45
2021	Mayo	11.08	7	1.58
2021	Junio	13.92	9	1.55

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo C11: Ficha de recolección de datos de Disponibilidad

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CARBOIN S.A.C., 2020				
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
Dimensión:		DISPONIBILIDAD		
Indicador:		$\frac{\textit{Tiempo medio entre fallas}}{\textit{Tiempo medio entre fallas} + \textit{Tiempo medio para reparar}}$		
Técnica:		Observación		
Año	Mes	Tiempo Medio Entre Fallas	Tiempo Medio Para Reparar	Disponibilidad (%)
2021	Abril	4.06	1.45	73.71%
2021	Mayo	4.77	1.58	75.09%
2021	Junio	5.03	1.55	76.47%

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo C12: Validación de Instrumentos

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo VICTOR JOAO MONTOYA NUÑEZ Con DNI
 N° 42363237 de profesión ING. AGRICOLA/ING. INDUSTRIAL con código
 CIP 13.917.9 desempeñándome actualmente
 como JEFE DE PLANTA en
CARBOIN S.A.C.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos, las guías de entrevista para gerencia y el área de producción, a los efectos de su aplicación en la empresa CARBOIN S.A.C.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Congruencia de ítems					X
2. Amplitud de contenido					X
3. Redacción de ítems					X
4. Pertinencia					X
5. Metodología					X
6. Coherencia					X
7. Organización					X
8. Objetividad					X
9. Claridad					X

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo a los 07 días del mes de
NOVIEMBRE Del 2020.


Joao Montoya Nuñez
 JEFE DE PLANTA
 CARBOIN S.A.C.

Firma

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Samuel Omar Saenz del Pino Con DNI
Nº 44456956 de profesión Ing. Industrial con código
CIP 196272 desempeñándome actualmente
como Supervisor de Seguridad Calidad y Medio Ambiente en
Bureau Veritas del Perú S.A.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos, los registros y formatos del plan de mantenimiento para el área de producción, a los efectos de su aplicación en la empresa CARBOIN S.A.C.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Congruencia de Ítems					X
2. Amplitud de contenido					X
3. Redacción de Ítems					X
4. Pertinencia					X
5. Metodología					X
6. Coherencia					X
7. Organización					X
8. Objetividad					X
9. Claridad					X

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo a los 09 días del mes de Noviembre del 2020.


.....
Samuel Omar Saenz Del Pino
ING. INDUSTRIAL
R. CIP 196272

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Elmer Wilfredo Ramirez Herrera Con DNI
 N° 18043713 de profesión Ingeniero Industrial con código
 CIP 73019 desempeñándome actualmente
 como Profesional Independiente en

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos, las fichas de recolección de datos para el área de producción, a los efectos de su aplicación en la empresa CARBOIN S.A.C.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Congruencia de ítems					/
2. Amplitud de contenido					/
3. Redacción de ítems					/
4. Pertinencia					/
5. Metodología					✓
6. Coherencia					✓
7. Organización					✓
8. Objetividad					✓
9. Claridad					✓

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo a los 07 días del mes de Noviembre del 2020.



ELMER W. RAMIREZ HERRERA
 ING. INDUSTRIAL
 R. CIP. 73019

Firma

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, GONZÁLEZ VÁSQUEZ JOE ALEXIS docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo – Sede Trujillo, asesor del trabajo de tesis titulada: “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la productividad del área de producción en la empresa CARBOIN S.A.C., 2020”, de los autores Ruiz Miranda, Abel Anthony y Torrejón López, Moisés Dimas, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 10.00% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada uno de las coincidencias detectadas no constituye plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 02 de Julio del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
GONZÁLEZ VÁSQUEZ, JOE ALEXIS DNI: 18021980 ORCID: 0000-0001-7816-0977	