

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Implementación de Mantenimiento Autónomo para mejorar la
Disponibilidad en la línea Shake Out de Aceros Chilca, Lima, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Baldeon Huaccho, Oscar David ([ORCID:0000-0003-2737-2413](https://orcid.org/0000-0003-2737-2413))

Casani Mamani, Marco Antonio ([ORCID:0000-0001-6637-8135](https://orcid.org/0000-0001-6637-8135))

ASESOR:

Dr. Ing. Espejo Peña, Dennis Alberto ([ORCID:0000-0002-0545-5018](https://orcid.org/0000-0002-0545-5018))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

El presente informe de investigación lo dedicamos en primer lugar a Dios y a nuestros padres que nos apoyaron en todo momento y de forma incondicional para poder lograr nuestro objetivo.

Agradecimiento

Agradecemos a todas las personas que nos apoyaron para poder culminar exitosamente este informe de investigación, así mismo, a la empresa que nos brindó la oportunidad de poder implementar este informe de investigación, a mi asesor que fue la persona que nos guió y orientó.

Índice de contenidos

Carátula	i
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	9
3.1. Tipo y diseño de investigación	9
3.2. Variables y operacionalización	10
3.3. Población, muestra y muestreo	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimientos	13
3.6. Método de análisis de datos	14
3.7. Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS	15
4.1 Diagnostico actual de la empresa	15
4.2 Implementación de la mejora	19
4.3 Análisis económico	32
4.4 Resultado descriptivo e inferencial	33
V. DISCUSIÓN	45
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS	51
<u>ANEXOS</u>	

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Proceso de seguimiento de las etapas del mantenimiento</i>	31
Tabla 2. <i>Tabla de resultados Pre y Post test.</i>	32
Tabla 3. <i>Resumen del procesamiento de datos de la Disponibilidad</i>	33
Tabla 4. <i>Resumen del procesamiento de datos del MTTR</i>	34
Tabla 5. <i>Resumen del procesamiento de datos del MTBF</i>	36
Tabla 6. <i>Prueba de normalidad de la Disponibilidad</i>	37
Tabla 7. <i>Prueba de rango con signo de Wilcoxon</i>	38
Tabla 8. <i>Estadístico de prueba Wilcoxon para la Disponibilidad</i>	39
Tabla 9. <i>Prueba de normalidad del MTTR</i>	40
Tabla 10. <i>Prueba de rango con signo de Wilcoxon</i>	41
Tabla 11. <i>Estadístico de prueba Wilcoxon para el MTTR</i>	41
Tabla 12. <i>Prueba de normalidad del MTBF</i>	42
Tabla 13. <i>Prueba de rango con signo de Wilcoxon</i>	43
Tabla 14. <i>Estadístico de prueba Wilcoxon para el MTBF</i>	44

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Diagrama de Ishikawa.....	2
<i>Figura 2.</i> Fórmula Disponibilidad.....	8
<i>Figura 3.</i> Fórmula de Limpieza e inspección	10
<i>Figura 4.</i> Fórmula de Lubricación.....	10
<i>Figura 5.</i> Fórmula de Disponibilidad.....	11
<i>Figura 6.</i> Fórmula de Tiempo medio de reparación.....	11
<i>Figura 7.</i> Fórmula de Tiempo medio entre fallas	11
<i>Figura 8.</i> Equipo Administrativo.....	15
<i>Figura 9.</i> Organigrama de Aceros Chilca SAC	17
<i>Figura 10.</i> Mapa de procesos de Aceros Chilca SAC	18
<i>Figura 11.</i> Charlas de Capacitación	19
<i>Figura 12.</i> Estructura organizativa.....	20
<i>Figura 13.</i> Lubricador Automático	21
<i>Figura 14.</i> Tarjetas para la detección de anomalías.....	22
<i>Figura 15:</i> Limpieza inicial pre-test.....	23
<i>Figura 16.</i> Limpieza inicial post-test	23
<i>Figura 17.</i> Fichas de implementación de Orden y limpieza Autónoma.....	25
<i>Figura 18.</i> Fichas de implementación de Orden de lubricación Autónoma I	26
<i>Figura 19.</i> Fichas de implementación de Orden de lubricación Autónoma II	27
<i>Figura 20.</i> Fichas de implementación de Orden de lubricación Autónoma III	28
<i>Figura 21.</i> Fichas de inspección Autónoma.....	29
<i>Figura 22.</i> Plan anual de mantenimiento Autónomo.....	30
<i>Figura 23:</i> Histograma del pre-test y post-test de Disponibilidad	33
<i>Figura 24.</i> Histograma del pre-test y post-test del MTTR.....	35
<i>Figura 25.</i> Histograma del pre-test y post-test del MTBF	36

Resumen

Esta investigación tiene el objetivo de determinar como la implementación del mantenimiento autónomo incrementa la disponibilidad del área de Shake Out de Aceros Chilca, Lima, 2021. Identificando como variable independiente al Mantenimiento Autónomo y variable dependiente a la Disponibilidad, dentro de las variables incluyen muchos procesos y tareas en el rubro siderúrgico, relacionado al sector minero. La primera dimensión de nuestra variable dependiente es el tiempo medio entre fallas (MTBF), es el Tiempo promedio de la frecuencia de ocurrencias de fallas y se calcula dividiendo el número de horas totales entre el número de averías, como segunda dimensión está el Tiempo medio de reparación (MTTR), se define como el tiempo promedio que se utiliza para la reparación de la máquina y se calcula dividiendo el número de horas de paro por averías entre el número de averías. El proyecto de investigación es de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, con esto se concluye que tiene un diseño cuasiexperimental, como instrumentos de recolección de datos se utilizó fichas de registro de datos. Se obtuvo la media de la Disponibilidad antes de la mejora lo cual fue de 71,70% y luego de la implementación fue 93, 90%, logrando una mejora de 30.96%.

Palabras clave: Mantenimiento Autónomo, Disponibilidad, Aceros, Metalurgia.

Abstract

This research aims to determine how the implementation of autonomous maintenance increases the availability of the Shake Out area of Aceros Chilca, Lima, 2021. Identifying Autonomous Maintenance as an independent variable and a variable dependent on Availability, among the variables include many processes and tasks in the steel industry, related to the mining sector. The first dimension of our dependent variable is the mean time between failures (MTBF), it is the average time of the frequency of occurrences of failures and is calculated by dividing the number of total hours by the number of failures, as the second dimension is the mean time Repair Time (MTTR), is defined as the average time used to repair the machine and is calculated by dividing the number of downtime hours due to breakdowns by the number of breakdowns. The research project is of an applied type with a quantitative approach, with this it is concluded that it has a quasi-experimental design, as data collection instruments, data record sheets were used. The average Availability was obtained before the improvement which was 71.70% and after the implementation it was 93.90%, achieving an improvement of 30.96%.

Keywords: Autonomous Maintenance, Availability, Steels, Metallurgy.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional las empresas siderúrgicas que tienen más posicionamiento en el mercado son; “ArcelorMittal” la cual se encuentra presente en más de 60 países, con plantas industriales en 17 países, es el proveedor de acero que tuvo más porcentaje de participación en los mercados de siderurgia a nivel mundial, debido a su alta calidad. Posee una capacidad de producción de acero líquido de 113 millones de toneladas anuales, ocupando los primeros lugares como el mayor proveedor de acero en América, África y la Unión Europea, así como también, en los países de la Comunidad de Estados Independiente y Asia. («ArcelorMittal» 2021).

Baoshan Iron & Steel es una de las dos empresas de renombre en los países asiáticos, fabrica productos de acero premium con altas tecnologías y un alto valor agregado y fomenta tres categorías principales de productos, a saber, acero al carbono, acero inoxidable y acero especial. A través de nuestra red de comercialización mundial, estos productos premium no solo satisfacen la demanda en el mercado interno, sino que además se exportan a más de cuarenta países y regiones de Asia, África, Europa y América.(«GRUPO BAOSTEEL | Hierro y acero» 2000) Luego de realizar una alianza con Wuhan Iron and Steel Corporación (WISCO) es una empresa estatal china. Paso a ser el segundo productor mundial de acero.

A nivel Latinoamericano la empresa siderúrgica Las Lomas en Bolivia, su meta fue producir un total de 200 mil toneladas de barras de acero al año, convirtiéndose así en la primera planta con tecnología de punta en América latina, de esta manera empezó a ser un competidor a nivel mundial («Las Lomas» 2020)

En el Perú el sector siderúrgico a representado el 14.28% del PBI del sector manufacturero, equivalente a un 16.52% del PBI mundial (Banco Central de Reserva, 2021). La mayoría de las empresas peruanas del sector siderúrgico tienen un proceso más mecánico respecto a otro tipo de industrias, por ende, presentan más paradas de máquinas y baja disponibilidad a diferencia de otros tipos de procesos, las empresas que más representan a este sector son Siderperú y Corporación Aceros Arequipa.

A nivel local, la empresa Aceros Chilca S.A.C es una empresa del rubro metalúrgico, cuya producción está orientada a la elaboración de piezas de acero con ferroaleante para el sector minero («Aceros Chilca» 2021), presentó una baja disponibilidad en la línea Shake Out, según reportes del área de planeamiento de mantenimiento para los meses mayo y junio del 2021, la línea shake out tuvo una disponibilidad de 71,70 % (Ver anexo 06), la cual se encarga de la recuperación de arena sílice de los moldes de las piezas de acero, entre las principales causas que generan este problema son: escasas inspecciones rutinarias de mantenimiento, escasos repuestos para las partes de la máquina, excesivas órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo, escasa capacitación en lubricación, incumplimiento de registros de mantenimiento, ambiente laboral desordenado, entre otras. (Ver Figura 1)

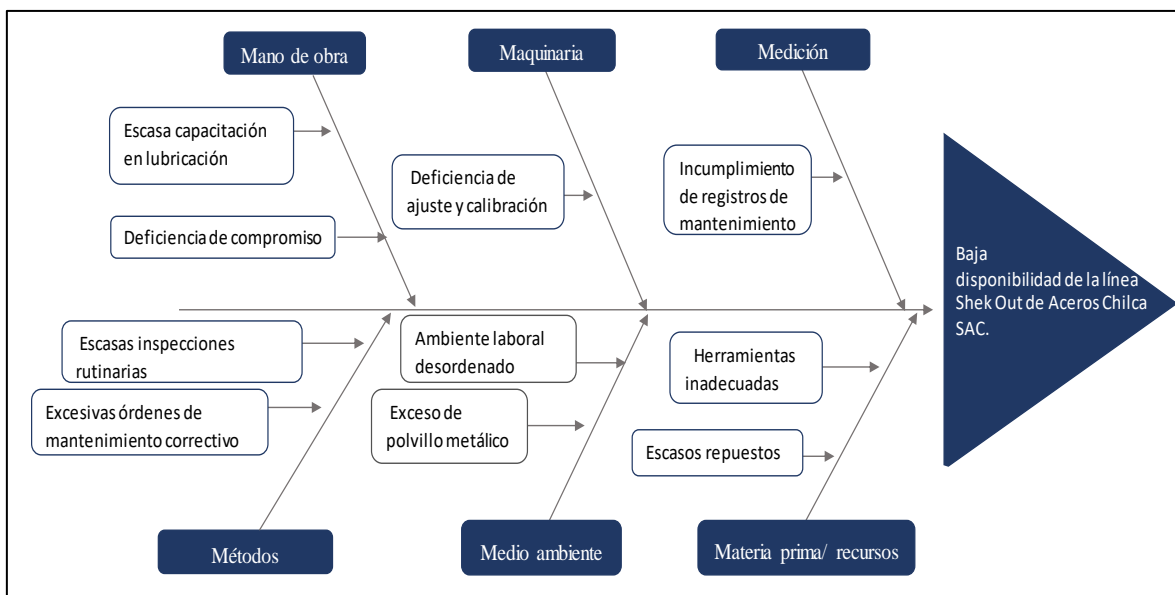


Figura 1. Diagrama de Ishikawa

De la presente investigación se desprendió como problema general: ¿Cómo la implementación del mantenimiento autónomo mejora la disponibilidad en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021?, así mismo, los problemas específicos: ¿Cómo la implementación del mantenimiento autónomo mejora el tiempo medio de reparación en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021? y ¿Cómo la implementación del mantenimiento autónomo mejora el tiempo medio entre fallas en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima,

2021?. La justificación de este proyecto de investigación se basó en la publicación de Ríos Ramírez, el cual nos indica qué se debe tener en cuenta para justificar un trabajo de investigación, por lo tanto, este trabajo significa la reducción de costos, debido a que se le dio una mayor durabilidad de tiempo de vida útil de los repuestos evitando el cambio por un nuevo repuesto (Ríos Ramírez, 2017). También, fue conveniente realizar esta investigación, debido a que aportó un valor teórico para futuras investigaciones. («Hernández Sampieri et al. - 2014 - Metodología de la investigación.pdf» [sin fecha]) El objetivo principal o general de esta investigación fue determinar cómo la implementación del mantenimiento autónomo mejora la disponibilidad en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021 y los objetivos específicos fueron: determinar cómo la implementación del mantenimiento autónomo mejora el tiempo de reparación en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021 y determinar cómo la implementación del mantenimiento autónomo mejora el tiempo medio entre fallos en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021. Por otro lado, la hipótesis general planteada fue: la implementación del mantenimiento autónomo mejora la disponibilidad en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021 y las hipótesis específicas fueron: la implementación del mantenimiento autónomo mejora el tiempo de reparación en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021 y la implementación del mantenimiento autónomo mejora el tiempo medio entre fallos en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales Nunura en su investigación titulada “*Plan de mantenimiento autónomo para mejorar la disponibilidad del sistema de refrigeración industrial de la empresa LAIVE S.A., Ate Vitarte, 2018*”. Tuvo como objetivo comprobar que la aplicación del Mantenimiento Autónomo si mejora la disponibilidad de un sistema de refrigeración industrial. Su tipo de investigación fue aplicada y de diseño cuasiexperimental, la población y muestra estuvo conformada por datos numéricos, como instrumentos de recolección de datos utilizó fichas de registro. El resultado fue que la disponibilidad después de la aplicación del Mantenimiento Autónomo la disponibilidad aumentó a 91%. Finalmente, concluyó que la aplicación de este tipo de mantenimiento aumenta la disponibilidad (Nunura Bances, 2018). El aporte de esta tesis para esta investigación es fundamental, debido a que demuestra que la aplicación del Mantenimiento autónomo si mejora la disponibilidad. En tanto, Pérez y Figueroa en su tesis titulada “*Mantenimiento Autónomo para incrementar la disponibilidad de equipos del área de paletizado de la Planta de Alimentos en la empresa Técnica Avícola S.A., Pacasmayo 2018*”. Tuvo como objetivo evidenciar que la aplicación de este tipo de mantenimiento aumenta la disponibilidad de los equipos. Por ende, fue una investigación aplicada y experimental, su población y muestra estuvo constituida por 10 equipos, sus instrumentos para la recolección de datos fueron registros. Obtuvo como resultado que la aumentó de la disponibilidad a 91.64%. Finalmente, concluyó que para que haya un mayor aumento de la disponibilidad se necesita el compromiso e involucración de la alta dirección (Pérez Sánchez y Figueroa Vega, 2018). Esta investigación dio un gran aporte, debido a que muestra la metodología utilizada al aplicar el Mantenimiento Autónomo, sirviendo como base para poder desarrollar este proyecto de tesis. Así mismo, Alcázar y Carbajal en su investigación titulada “*Implementación del plan de mantenimiento autónomo para mejorar la disponibilidad de los equipos en una industria gráfica, Lima – 2019*”. Su objetivo fue aumentar la disponibilidad en los equipos de la industrial grafica aplicando el Mantenimiento Autónomo. El tipo de investigación fue aplicada diseño cuasi experimental. La población y muestra estuvo constituida por la línea de producción Lithoman IV. Los instrumentos que utilizó fueron registros de recolección de datos.

Obtuvo como resultado que la disponibilidad aumentó a 93.96, logrando mejorar un 4.8%. Finalmente, concluyó que la aplicación de este tipo de mantenimiento si aumenta la disponibilidad (Alcazár Blanco y Carbajal Martínez, 2019). El aporte que deja esta investigación es que a través de sus análisis y resultados se pudo realizar una comparación con nuestros resultados. Por otro lado, Arias y Carballido en su investigación titulada *“Implementación del Mantenimiento Autónomo para aumentar la disponibilidad de equipos Trackiess en Uchucchacua”*. Tuvo como objetivo que los operadores aporten en el cuidado y registro de fallas de los equipos. El tipo de investigación que utilizó fue tecnológico y diseño experimental. La población estuvo constituida por los operarios. El instrumento que utilizó fue el cuestionario. Obtuvo como resultado un incremento en la disponibilidad de 75% a 85%. Finalmente, concluyó que es necesario la capacitación a los operadores que van a realizar este tipo de mantenimiento. (Valdez García, 2017). Esta investigación representa un gran aporte a esta investigación debido a que menciona la importancia de las capacitaciones hacia los operadores y las evaluaciones respectivas que se le deben realizar a estos, para saber si cuentan con el conocimiento necesario.

Como antecedentes internacionales Gupta, Pardeep; Vardhan, Sachit; Sharma, Anuj (2014) en su investigación titulada THE IMPACT OF IMPLEMENTATION OF JISHU-HOZEN PILLAR IN A PROCESS INDUSTRY: A CASE STUDY. Tuvo como objetivo analizar los resultados de la implementación del mantenimiento autónomo en una industria de procesos. Fue un estudio de tipo aplicada y experimental, la población y la muestra fueron todos los trabajadores y equipos de la organización, los instrumentos utilizados son las siguientes actividades de pilares del mantenimiento autónomo. Se obtuvo como resultado menor tiempo de paradas en los años 1,2,3,4,5(actual) en un 0.18-0.14-0.14-0.12-0.08 respectivamente. También resultados de disminución de derrame de material, ratios del mantenimiento autónomo. Finalmente se concluyó que la implementación del Pilar JH ha desempeñado un papel importante en la restauración del estado ideal de los equipos mediante el desarrollo de operadores competentes para el equipo. Con la realización de actividades de JH, los paros menores de las líneas Potato chips y Kurkure se reducen del índice de referencia (BM) del 0,18% al 0,08% y del 0,21% al 0,09%, respectivamente. (THE IMPACT OF IMPLEMENTATION OF JISHU-HOZEN PILLAR IN A PROCESS INDUSTRY: A CASE STUDY). La investigación

que se mencionó da un gran aporte al realizar un estudio de los resultados óptimos del Mantenimiento Autónomo en y cuyo propósito fue reducir los tiempos de paradas de fallos en las empresas de la india. En base a estos principios ya implementados sirvieron de ayuda para adoptar las ideologías y proponerlas para la mejora a futuro. Segundo, Dora, D T K; Pattnaik, S C; Padhi, R K; Talapatra, P K. (2012) en su investigación titulada IMPLEMENTATION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE IN AN INDIAN PAPER MANUFACTURING COMPANY: A CASE STUDY: A CASE STUDY. Tuvo como objetivo aumentar la eficacia la máquina para que cada componente de la máquina pueda ser operada a todo su potencial y mantenida a ese nivel. Fue un estudio de tipo cuantitativo y cualitativo, la población y la muestra fueron todos los trabajadores y equipos de la organización, los instrumentos utilizados fueron implementación de la actividad del pilar del mantenimiento autónomo. Se obtuvo como resultado la planta de fabricación de papel en estudio se ha beneficiado enormemente en términos de aspectos tangibles e intangibles de la implementación de TPM. Esto se refleja a través de una serie de parámetros de la planta. Debido a la exitosa implementación de la metodología TPM, la rentabilidad de la empresa aumentó un 12 % a medida que los costes de avería y mantenimiento se desplomaron un 80% y un 20 %, respectivamente. También, un área importante donde la empresa resultó bien en el período de implementación post-TPM fue la productividad. Hubo tres aspectos de la misma, a saber, el volumen de producción, la OEE y la eficiencia laboral. Estos parámetros aumentaron un 26%, un 21% y un 40 %, respectivamente. La calidad, que es uno de los requisitos previos de la aceptabilidad del producto en el mercado, mejoró enormemente. Como resultado de ello, los defectos de los productos y los reclamos de los consumidores se redujeron en un 74% y un 60%, respectivamente. También, se pudo encontrar el tema de la seguridad que se ha abordado excelentemente con la implementación de TPM en la planta, ya que los accidentes se redujeron en 90%. Y la empresa tuvo una ganancia de \$249,550 en términos de mejora de OEE en el tiempo de estudio. (IMPLEMENTATION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE IN AN INDIAN PAPER MANUFACTURING COMPANY: A CASE STUDY: A CASE STUDY). La investigación que se mencionó da un gran aporte al realizar un estudio de los resultados óptimos del mantenimiento autónomo y cuyo propósito fue aumentar la rentabilidad de la empresa a medida

que los costes de avería y mantenimiento se han disminuido en la empresa de fabricación de papel de la india. En base a estos principios ya implementados nos sirven de ayuda para adoptar las ideologías y proponerlas para una mejora a futuro.

Dentro de las teorías relacionadas a esta investigación, definimos el Mantenimiento Productivo Total, porque el Mantenimiento autónomo es uno de sus principales pilares, el TPM es una filosofía de Lean Manufacturing que busca asegurar la confiabilidad y disponibilidad, mediante la aplicación de ciertos pilares, además, indica a los trabajadores de una empresa u organización que las tareas básicas de mantenimiento de las máquinas también las pueden realizar personas, previamente capacitadas, no necesariamente personal del área de mantenimiento (Acuña Acuña, 2003). El Mantenimiento Autónomo son inspecciones diarias en las que se realizan actividades como limpieza, lubricación, operaciones básicas de mantenimiento, engrase y ajustes menores (Rey Sacristán, 2001). Así mismo, para Gómez es un conjunto de tareas, las cuales se llevan a cabo diariamente por cada trabajador del equipo o máquina, como inspección, lubricación, limpieza y ajustes, trabajos menores, para mantener la máquina en un estado óptimo de funcionamiento. Cabe mencionar que los operarios o personal que va a desarrollar el Mantenimiento Autónomo debe contar previamente con una capacitación (Gómez Santos, 2019). Los objetivos principales del Mantenimiento Autónomo son desarrollar las condiciones adecuadas para que las máquinas funcionen con un óptimo rendimiento y no presente averías, utilizar la máquina como instrumento de aprendizaje y obtención de conocimiento y lograr el compromiso y plena responsabilidad de los trabajadores. Las etapas del Mantenimiento Autónomo son: etapa N°0 Preparación del Mantenimiento Autónomo, donde se obtiene el compromiso de la alta Gerencia, se establecen objetivos, se realizan las capacitaciones y se planifican las actividades para la implementación, etapa N°1 Limpieza e inspección, en esta primera etapa se elimina la suciedad y polvo de las máquinas y se verifican posibles desperfectos de las máquinas, etapa N°2 Establecer medidas preventivas contra las causas de deterioro forzado y mejorar el acceso a las áreas de difícil limpieza, aquí se busca eliminar los obstáculos que dificultan el acceso a las zonas de limpieza, etapa N°3 Preparación de estándares para la limpieza e inspección, en esta etapa se busca desarrollar el hábito de la limpieza en los trabajadores que participaran en las actividades de mantenimiento,

empleando las últimas dos “S” de la metodología 5S, etapa N°4 Inspección general orientada, aquí el operador debe tener un conocimiento más detallado acerca de la máquina y su funcionamiento, ya que, se busca prevenir futuros desperfectos, etapa N°5 Inspección autónoma, en esta etapa se aplica el ciclo Deming para poder mejorar los estándares que se vienen utilizando en las etapas previas, etapa N°6 Estandarización, aquí se busca maximizar la eficiencia de los trabajadores que realizaran estas actividades, empleando la mejora continua, etapa N°7 Control autónomo total, en esta etapa se logra integrar el Mantenimiento Autónomo al área Dirección por políticas, y se realiza un Feed Back con los operarios para poder lograr la mejora continua (Gómez Santos, 2019). En este proyecto de tesis también se menciona a la disponibilidad, es porcentaje de tiempo de un equipo o máquina que puede cumplir con su función básica (García Palencia, 2012), así mismo, Alavedra, menciona que es el tiempo en que la máquina se encuentra lista para producir u operar. Los factores o indicadores que se deben tomar en cuenta para calcular la disponibilidad son: el tiempo medio de reparación y el tiempo medio entre fallos (Alavedra Flores, 2016). (Ver Figura 2)

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{\textit{MTBF} - \textit{MTTR}}{\textit{MTBF}}$$

Figura 2. Fórmula Disponibilidad

El MTTR es el tiempo promedio que se utiliza para la reparación de la máquina, se calcula dividiendo el número de horas de paro por avería y el número de averías, y el MTBF es el tiempo promedio de la frecuencia de ocurrencias de fallas, se calcula dividiendo el número de horas totales del período de tiempo analizado y el número de averías. Los indicadores de disponibilidad de deben estar comprendidos entre un 92% y 50% para que sean aceptables (García Garrido, 2012).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación que se empleó en el proyecto será de tipo aplicada, según CONCYTEC, busca “determinar a través del conocimiento científico, los medios por los cuales se puede cubrir una necesidad reconocida y específica” (CONCYTEC, 2018). En consecuencia, será de tipo aplicada debido a que buscaremos darle solución a un problema de la realidad, para ello, utilizaremos teorías científicas o investigaciones de tipo básica.

El enfoque de investigación será cuantitativo, Ríos menciona que este enfoque “se refiere a datos susceptibles de cuantificar” (Ríos Ramírez, 2017). De manera que, el enfoque cuantitativo recolecta y analiza datos numéricos de las variables.

El nivel de esta investigación es explicativo, según Ríos, “explica la causa de un comportamiento a partir de la relación entre variables” (Ríos Ramírez, 2017). Entonces, se dice que este tipo de alcance tiene como propósito dar una explicación del por qué ocurre un fenómeno.

El diseño de investigación que se aplicará será experimental, según Ríos, el diseño experimental es cuando existe manipulación y control de variables (Ríos Ramírez, 2017). De manera que en esta investigación se manipulará la variable independiente, es decir, el Mantenimiento Autónomo. Además, el tipo de diseño que emplearemos será cuasi experimental, porque la toma de los datos se realizará en dos momentos diferentes y los grupos no serán aleatorios. Su esquema es:

G: O1—X—O2

G: Grupo

O1: Pre prueba

O2: Post prueba

X: Intervención o estímulo

3.2. Variables y operacionalización

➤ **Variable independiente:** Mantenimiento Autónomo

Definición conceptual: Gómez Santos define como: conjunto de tareas, las cuales se llevan a cabo diariamente por cada trabajador del equipo o máquina, como inspección, lubricación, limpieza y ajustes, trabajos menores, reemplazo de piezas y componentes, para mantener la máquina en un estado óptimo de funcionamiento. Cabe mencionar que los operarios o personal que va a desarrollar el Mantenimiento Autónomo debe contar previamente con una capacitación (Gómez Santos, 2019).

Definición operacional: El Mantenimiento Autónomo es un indicador que se mide a través del cumplimiento de las órdenes de trabajo de limpieza e inspección y lubricación.

Dimensión 1: Limpieza e inspección

Se refiere a la identificación y eliminación de fuentes de suciedad. Así se asegura que los equipos y herramientas se encuentran siempre en perfecto estado de uso y el entorno de trabajo está limpio (Francisco Javier Cárcel Carrasco, 2019). (Ver Figura 3)

$$LI = \frac{L \& I \text{ Ejecutada}}{L \& I \text{ Programada}} \times 100$$

L & I: Limpieza e inspección
LI: Limpieza e inspección

Figura 3. Fórmula de Limpieza e inspección

Dimensión 2: Lubricación

Es el grado de viscosidad óptimo que debe tener el lubricante a diferentes temperaturas (Carlos Barona Garza 1967). (Ver Figura 4)

$$L = \frac{\text{Lubricación Ejecutada}}{\text{Lubricación Programada}} \times 100$$

L: Lubricación

Figura 4. Fórmula de Lubricación

Escala de medición: La escala de la variable independiente será escala de razón.

- **Variable dependiente:** Disponibilidad

Definición conceptual: Es porcentaje de tiempo de un equipo o máquina que puede cumplir con su función básica, y esta se mide tomando en cuenta los tiempos medios de reparación y entre fallas (García Palencia, 2012).

Definición operacional: La disponibilidad es un indicador que se mide a través del tiempo medio de reparación y tiempo medio entre fallas. (Ver Figura 5)

$$Disponibilidad = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$$

Figura 5. Fórmula de Disponibilidad

Dimensión 1: Tiempo medio de reparación

Se define como el tiempo promedio que se utiliza para la reparación de la máquina, se calcula dividiendo el número de horas de paro por averías y el número de averías (García Garrido, 2012). (Ver Figura 6)

$$MTTR = \frac{\text{número de horas de paro por avería}}{\text{numero de averias}}$$

Figura 6. Fórmula de Tiempo medio de reparación

Dimensión 2: Tiempo medio entre fallas

Se define como el tiempo promedio de la frecuencia de ocurrencias de fallas se calcula dividiendo el número de horas totales del periodo de tiempo analizado y el número de averías (García Garrido, 2012). (Ver Figura 7)

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas totales del período de tiempo analizado}}{N^{\circ} \text{ de averias}}$$

Figura 7. Fórmula de Tiempo medio entre fallas

Escala de medición: La escala de la variable dependiente será escala de razón. (Ver Anexo N°01 y N° 02) Matriz de operacionalización y Matriz de consistencia.

3.3. Población, muestra y muestreo

La población de nuestra investigación fueron la máquina SHAKE OUT del área de Moldeo, esta máquina representa una Línea en serie, y está constituida por: dos zarandas de desmoldeo, transportador de arena sílice, molino de atrición, clasificador de arena, elevador de cangilones y un sistema de envío de arena sílice. (Ver Anexo N°05)

- **Criterios de inclusión:** Se consideró dos jornadas de trabajo, las cuales están comprendidas de 7:00 am a 16:36 pm y de 21:24 pm a 7:00 pm, además se tomaron solo los días de lunes a viernes.
- **Criterios de exclusión:** No se consideró los días sábados y domingos, también no se tomó en cuenta el horario de 16:36 pm a 21:24 pm de lunes a viernes.

Las muestras de este proyecto de investigación fueron tomadas dos meses antes (mayo y junio) y dos meses después (agosto y septiembre) de la implementación.

El tipo de muestreo que se utilizó fue no probabilístico, debido a que los elementos que se escogieron para la muestra fue basada al criterio del investigador, además que este tipo de muestreo se debe utilizar en poblaciones pequeñas, así como también, fue no probabilístico de tipo por conveniencia, debido a que el muestreo se basó en la conveniencia del investigador para poder realizar su investigación.

La unidad de análisis fueron las horas de reparación y número de horas de intervalo entre fallas de la máquina Shake Out.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- **Técnica**

Para la medición antes de la implementación, la técnica que utilizamos fue el análisis documental, debido a que trabajaremos con reportes o registros proporcionados por la empresa (Ver Anexo N°07). Seguidamente, después de la implementación se empleó la observación, mediante fichas de medición, gracias a

esta técnica obtuvimos los datos como número de horas totales del periodo de tiempo analizado, número de averías, número de horas de paro por avería.

- **Instrumento**

Ríos Ramírez (2017), se refiere al instrumento de recolección de datos como una herramienta sólida en la cual se registró datos provenientes de la unidad de análisis. En esta investigación se empleó dos fichas de recolección de datos, las cuales con la ayuda de procedimientos matemáticos se obtuvo la disponibilidad de la línea de Shake Out de Aceros Chilca. (Ver Anexo N° 03)

- **Validez**

Los instrumentos de evaluación, fueron sometidos al método juicio de expertos, siendo validados por tres ingenieros, debido a su amplia experiencia y grandes conocimientos de la carrera de Ingeniería Industrial. (Ver Anexo N° 04)

- **Confiabilidad**

Se refiere a que los resultados obtenidos de las fichas de medición teniendo una buena consistencia interna (Menéndez, A)

Las fichas de medición fueron evaluadas por los representantes o encargados del área de mantenimiento de la empresa Aceros Chilca, debido a que los datos que se recolectaran a partir del análisis documental y la observación realizada en planta, cuentan con la firma y sello de las jefaturas correspondiente de la empresa Aceros Chilca.

3.5. Procedimientos

Fase 1: Recolección de datos pre test:

En primer lugar, se utilizó los instrumentos de medición para la recolectar de los datos pre test, estos formatos contienen las fórmulas de Disponibilidad y Mantenimiento Autónomo, los cuales fueron rellenados mediante los registros de datos que nos proporcionará la empresa, en un periodo de dos meses, es decir, en los meses mayo y junio.

Fase 2: Implementación:

En la fase 3, se desarrolló el cronograma de implementación del Mantenimiento Autónomo, utilizando los recursos y financiamiento planteado. La implementación se desarrollará en el mes de julio del 2021.

Fase 3: Recolección de datos post test:

Luego de la implementación, nuevamente se emplearon los instrumentos de medición para la toma de datos post test, mediante la técnica de observación y utilizando las fórmulas de Mantenimiento Autónomo y Disponibilidad, en este caso se realizará en los meses agosto y septiembre.

Fase 4: Análisis de data:

Una vez obtenidos los datos pre y post test se procedió a utilizar el software SPSS versión 25 para realizar en análisis descriptivo e inferencial de la información.

3.6. Método de análisis de datos

El método que se empleó en esta investigación fue de estadística descriptiva, en donde se realizó la comparación de medias del pre y post test y con ello poder saber si hubo un incremento de nuestra variable dependiente; asimismo, se empleó la estadística inferencial, a través del software estadístico SPSS versión 25, en primer lugar, se eligió que tipo de estadígrafo se utilizó según el tamaño de la muestra, en este caso será Shapiro Wilk, debido a que la muestra es menor a 30 datos, seguidamente, se realizó la prueba de normalidad, para poder saber si los datos presentan un comportamiento paramétrico o no paramétrico, de acuerdo a ello, se pudo elegir el estadígrafo más adecuado para realizar la comprobación de la hipótesis. Estos métodos nos permitirán evaluar la información, así mismo, nos permitió saber si debemos rechazar o aceptar la hipótesis planteada.

3.7. Aspectos éticos

Se procedió según los principios de ética de investigación de la Universidad César Vallejo, se consideró el citado y citas bibliográficas según la ISO-690. Además, el proyecto fue basado en la "Resolución de vicerrectorado de investigación N° 011-2020-VI-UCV", esto incluye la utilización de la herramienta TURNITIN.

IV. RESULTADOS

4.1 Diagnostico actual de la empresa

Aceros Chilca, nació con el firme propósito de escribir un capítulo importante en la historia de la minería. Este sueño se transforma en realidad gracias a un esfuerzo conjunto de un equipo humano de primer nivel y tecnología de punta, utilizada en nuestro proceso, que hacen de Aceros Chilca una de las metalúrgicas más modernas de Latinoamérica.

Iniciaron operaciones en el 2016, con una capacidad anual proyectada de 180'000 TM de bolas forjadas y 24,000 TN en piezas fundidas; que permiten entregar soluciones integrales para el proceso de conminución.

La empresa acompaña a sus clientes como socios estratégicos en el desarrollo sostenible de sus operaciones. Es así que, como parte de su compromiso de mejora continua, siempre están a la vanguardia por adquirir nuevas certificaciones nacionales e internacionales que sigan elevando hacia los más altos estándares de las empresas del mercado.

Por esta razón, se encuentra en proceso de Certificación OEA (Operador Económico Autorizado) con la SUNAT, un reconocimiento que permitirá ser un operador de confianza para la administración aduanera y así lograr la simplificación de los controles y trámites aduaneros. (Ver Figuras 9 y 10)



Figura 8. Equipo Administrativo

- **Propósito organizacional**

- **Desarrollo sostenible de nuestro equipo:**

Aceros Chilca considera que uno de los activos más importantes de la empresa son sus colaboradores, que con su talento y experiencia permiten que Aceros Chilca sea una gran empresa con grandes proyecciones. Promovemos y apoyamos el desarrollo profesional del equipo de Aceros Chilca, asimismo celebramos y compartimos el crecimiento personal de cada uno de sus colaboradores.

- **Desarrollo sostenible de nuestro entorno:**

Aceros Chilca considera que el desarrollo y bienestar del medio que los rodea es primordial para el desempeño y éxito de la empresa, es por ellos que Aceros Chilca contribuye con su entorno de dos formas:

Generando un impacto positivo en nuestro entorno, promoviendo el cuidado del medio ambiente.

Colaborando con las iniciativas de las comunidades que nos rodean en proyectos que mejoren su desarrollo, especialmente en educación.

- **Valores de la empresa:**

- ✓ Ética total
- ✓ Compromiso con la vida
- ✓ Pasión por la excelencia
- ✓ Garantizar el futuro

- **Visión de la empresa:**

Formamos el futuro de la minería en el Perú y la región compartiendo los principios y estándares de nuestros clientes de cara a la seguridad, la innovación y la sostenibilidad del medio ambiente y las comunidades.

- **Misión de la empresa:**

Dar la milla extra para aumentar la productividad y rentabilidad de nuestros clientes ofreciéndoles a la vez una oferta de valor integral que reafirme nuestro compromiso con la innovación, el cuidado de los recursos naturales, la seguridad de nuestro equipo y el bienestar de la comunidad.

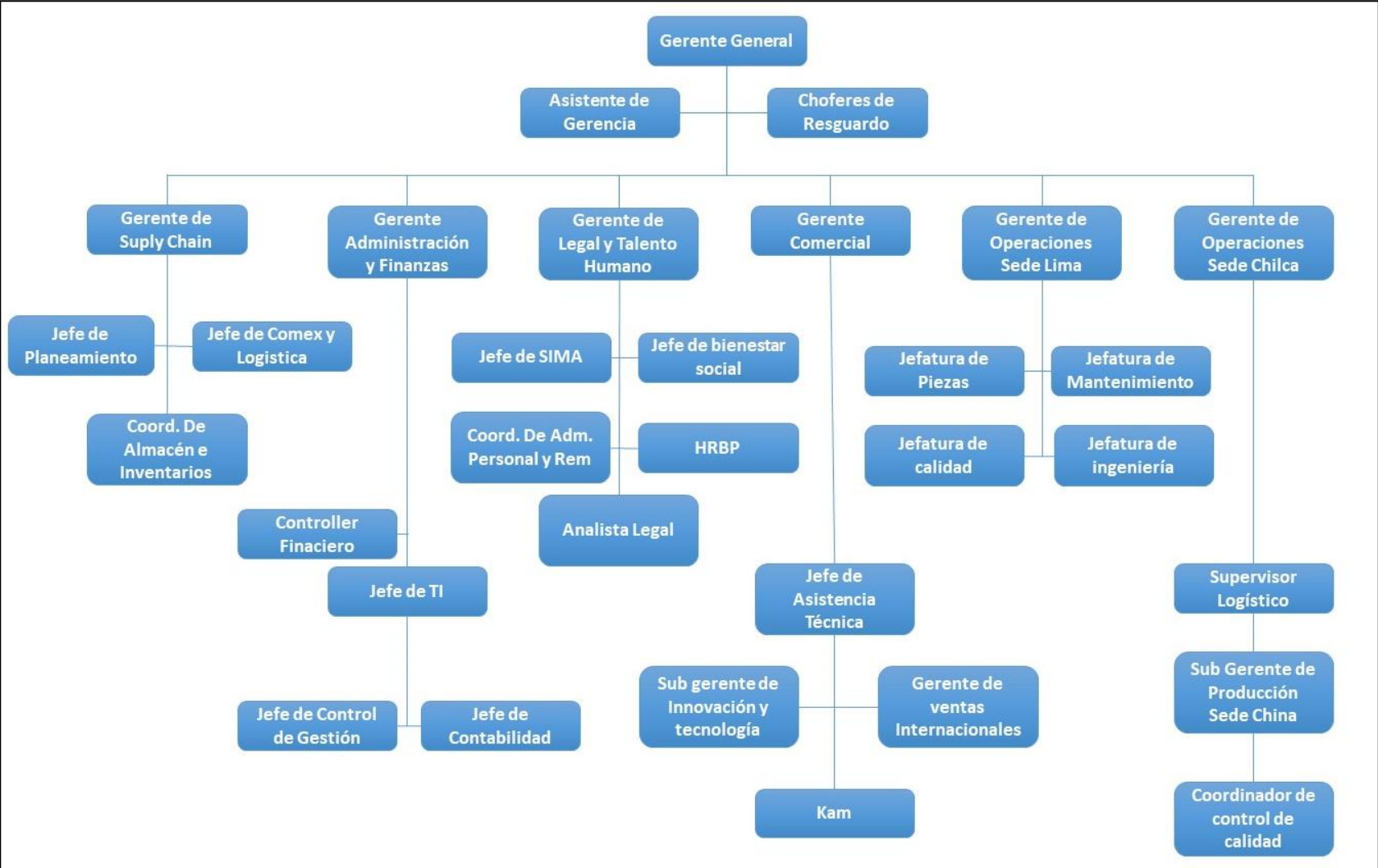


Figura 9. Organigrama de Aceros Chilca SAC



Figura 10. Mapa de procesos de Aceros Chilca SAC

4.2 Implementación de la mejora.

➤ Desarrollo de la implementación del mantenimiento autónomo

Fase I: Preparación

Se expuso el proyecto de implementación del mantenimiento autónomo al jefe del Departamento del área de mantenimiento de la empresa ACEROS CHILCA SAC con el fin de lograr el compromiso de este dado que es de vital importancia el compromiso de la jefatura y por ende se asegura el involucramiento del personal del área con el fin de alcanzar los objetivos trazados. (Ver Anexo N° 05)

- **Capacitaciones en lubricación y charlas de introducción del mantenimiento autónomo**

Se realizó gestiones para contratar a una empresa especialista en lubricación de equipos rotativos, la cual brindo las capacitaciones en lubricación, acompañado a ello se realizó una charla de introducción al mantenimiento autónomo en el cual se le comunico al personal la necesidad de la aplicación del fundamento del mantenimiento autónomo. Se conformó un grupo de técnicos mecánicos especialistas en lubricación y mantenimiento mecánico que brindaron las capacitaciones prácticas en el taller de mantenimiento, también se les capacito en como cumplir correctamente con el llenado de las fichas de inspección, limpieza y lubricación de la línea donde se implementara el mantenimiento autónomo y a detectar las anomalías. (Ver Figura 11)



Figura 11. Charlas de Capacitación

- **Estructura organizativa**

La implementación fue direccionada por un coordinador de mantenimiento, evaluado por un comité y ejecutada por un frente, la cual estuvo a cargo de la implementación de las herramientas del Mantenimiento Autónomo. En la siguiente figura se muestra la estructura organizativa propuesta. (Ver Figura 12)

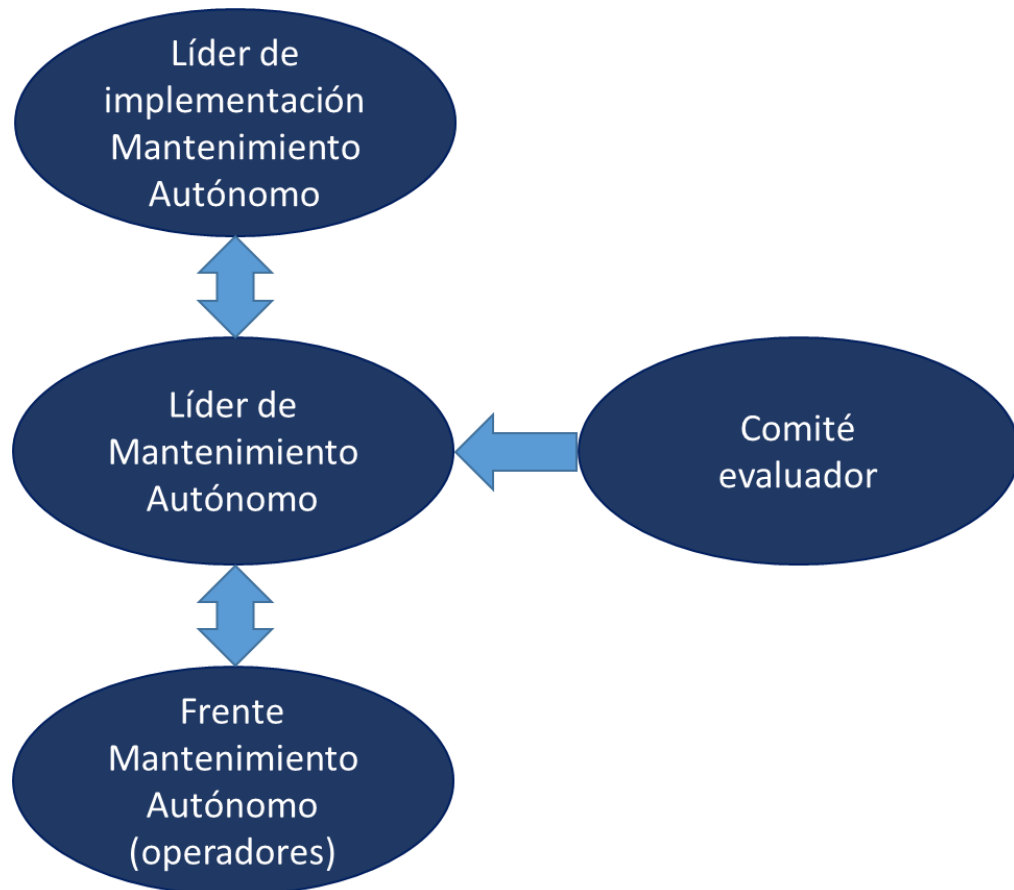


Figura 12. Estructura organizativa

- **Adquisición del lubricador**

Se adquirió un lubricador automático de la marca Alimite, el cual permitirá a los operarios mantener lubricados los equipos rotativos como las chumaceras de la Línea Shake Out (Ver Figura 13)



Figura 13. Lubricador Automático

- **Elaboración de tarjetas para detección de anomalías**

Se elaboraron y se imprimieron tarjetas para la detección de anomalías, estas serán utilizadas por los operarios al momento de realizar sus inspecciones diarias. (Ver Figura 14)

Figura 14. Tarjetas para la detección de anomalías

Fase II: Implementación

En esta fase se desarrolló las 7 etapas de la implementación del Mantenimiento Autónomo propuesto (proceso de implementación).

Etapas 1: Limpieza inicial

En esta etapa se realizó la programación de limpieza general de la línea Shake Out, ejecutándola de la siguiente manera: como primer paso, se dividió la línea en cinco partes, zarandas, mesa alimentadora, molino de atricción, elevador de canguilones y clasificador, para lo cual se requirió la participación de dos operarios, en este caso los mismos operarios que se requieren para la implementación.

Posteriormente, como segundo paso para la limpieza se eliminó el polvo que estaba adherido a cada parte de la línea con aire comprimido, quedando así libre de cualquier tipo de suciedad. Además, se procedió con la inspección de cada una de las partes para poder identificar si es que existía algún tipo de desperfecto. (Ver Figuras 15 y 16)



Figura 15: Limpieza inicial pre-test



Figura 16. Limpieza inicial post-test

Etapa 2: Limpieza de zonas inaccesibles y eliminación de focos de suciedad.

Luego de que se realizó la limpieza general de la línea Shake Out, se identificó puntos o zonas de difícil acceso y fuentes de suciedad, para poder realizar la limpieza respectiva, posteriormente se propuso ideas para que los lugares de difícil acceso se vuelvan accesibles y contrarrestar las fuentes de suciedad. En este caso los cardanes de las mesas Zarandas, fueron una fuente de suciedad y una zona de difícil acceso, sin embargo, se propuso limpiarlos con aire comprimido de manera interdiaria, de forma se logró eliminar la suciedad, además de salvaguardar la vida de los operarios.

Además, debido a que solo se contaba con una manguera para la limpieza, se hacía difícil poder limpiar las demás partes de la máquina, para ello, se fabricaron tres mangueras más, volviendo así accesible los puntos de aire para la limpieza general de la línea Shake Out.

Etapa 3: Aplicación de estándares de limpieza y lubricación

Después de realizar la limpieza de las zonas inaccesibles y eliminar las fuentes de suciedad, se procedió a elaborar las fichas de limpieza y lubricación, para elaborarlas cabe mencionar que se tuvo una reunión con los operarios, para que nos puedan dar su punto de vista y poder tenerlo en cuenta, ya que ellos son los que constantemente están manipulando la línea Shake Out, estas fichas tienen una frecuencia diaria en el caso de la limpieza. Para la lubricación se elaboraron tres fichas, tales como: Ficha de lubricación de chumaceras con una frecuencia semanal, Ficha de lubricación de elevador de cangilones, Ficha de lubricación de faja magnética y Ficha de lubricación de cardanes. (Ver Figuras 17,18,19 y 20)



	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN		AC-SIG-MA-F-LI-01	
	ORDEN DE LIMPIEZA AUTÓNOMA			Versión 01
	Aprobado por: Jefe de Mantenimiento		Revisado por: Coordinador de Mantenimiento	24/08/2021
ÁREA:	ACABADOS PRIMARIOS		FECHA:	
EQUIPO:	SHAKE OUT		FRECUENCIA: DIARIA	
RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD				
USAR SU TARJETA DE BLOQUEO				
USAR SUS EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL				
CONSIDERAR LAS NORMAS DE SEGURIDAD DE LA EMPRESA				
LÍNEA SHAKE OUT				
				
LIMPIEZA:		CONFORMIDAD		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	LIMPIEZA EXTERNA DE LOS MOTORES DE LA ZARANDA			
2	LIMPIEZA DE ZONA BAJA DE ELEVADOR (ABRIR TAPA INFERIOR)			
3	LIMPIEZA EXTERNA DE CHUMACERAS DEL ELEVADOR			
4	LIMPIEZA EXTERNA DE MEZA ALIMENTADORA			
5	LIMPIEZA EXTERNA DE CHUMACERAS DE FAJA MAGNÉTICA			
6	LIMPIEZA EXTERNA DEL MOTOR DEL CLASIFICADOR			
7	LIMPIEZA DE LOS 2 CARDANES			
OTRAS OBSERVACIONES:				
Responsable:		Firma:		

Figura 17. Fichas de implementación de Orden y limpieza Autónoma

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN		AC-SIG-MA-F-L-01
	ORDEN DE LUBRICACIÓN AUTÓNOMA		Versión 01
	Aprobado por: Jefe de Mantenimiento	Revisado por: Coordinador de Mantenimiento	24/08/2021
ÁREA:	ACABADOS PRIMARIOS	FECHA:	
EQUIPO:	SHAKE OUT	FRECUENCIA:	
RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD			
USAR SU TARJETA DE BLOQUEO			
USAR SUS EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL			
CONSIDERAR LAS NORMAS DE SEGURIDAD DE LA EMPRESA			
ELEVADOR DE CANGUILONES			
<p>1</p> <p>PUNTO DE LUBRICACIÓN LADO SUPERIOR DERECHO</p> 	 <p>2</p> <p>PUNTO DE LUBRICACIÓN LADO SUPERIOR IZQUIERDO</p>		
<p>3</p> <p>PUNTO DE LUBRICACIÓN LADO INFERIOR DERECHO</p> 	 <p>4</p> <p>PUNTO DE LUBRICACIÓN LADO INFERIOR IZQUIERDO</p>		
PARTES A LUBRICAR:	CONFORMIDAD		OBSERVACIONES
	SI	NO	
1			LUBRICAR CHUMACERA SUPERIOR LADO DERECHO DEL DEL ELEVADOR DE CANGUILINES
2			LUBRICAR CHUMACERA SUPERIOR LADO IZQUIERDO DEL DEL ELEVADOR DE CANGUILINES
3			LUBRICAR CHUMACERA INFERIOR LADO DERECHO DEL DEL ELEVADOR DE CANGUILINES
4			LUBRICAR CHUMACERA INFERIOR LADO DERECHO DEL DEL ELEVADOR DE CANGUILINES
OTRAS OBSERVACIONES:			
Responsable:		Firma:	

Figura 18. Fichas de implementación de Orden de lubricación Autónoma I






	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN		AC-SIG-MA--F-L-02	
	ORDEN DE LUBRICACIÓN AUTÓNOMA			Versión 01
	Aprobado por: Jefe de Mantenimiento	Revisado por: Coordinador de Mantenimiento	24/08/2021	
ÁREA:	ACABADOS PRIMARIOS		FECHA:	
EQUIPO:	SHAKE OUT		FRECUENCIA:	
RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD				
USAR SU TARJETA DE BLOQUEO				
USAR SUS EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL				
CONSIDERAR LAS NORMAS DE SEGURIDAD DE LA EMPRESA				
FAJA MAGNÉTICA				
1 PUNTO DE LUBRICACIÓN CHUMACERA "A" LADO DERECHO		2 PUNTO DE LUBRICACIÓN CHUMACERA "B" LADO DERECHO		
3 PUNTO DE LUBRICACIÓN CHUMACERA "A" LADO IZQUIERDO		4 PUNTO DE LUBRICACIÓN CHUMACERA "B" LADO IZQUIERDO		
PARTES A LUBRICAR:		CONFORMIDAD		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	LUBRICAR CHUMACERA (A) LADO DERECHO			
2	LUBRICAR CHUMACERA (B) LADO DERECHO			
3	LUBRICAR CHUMACERA (A) LADO IZQUIERDO			
4	LUBRICAR CHUMACERA (B) LADO IZQUIERDO			
OTRAS OBSERVACIONES:				
Responsable:			Firma:	

Figura 19. Fichas de implementación de Orden de lubricación Autónoma II


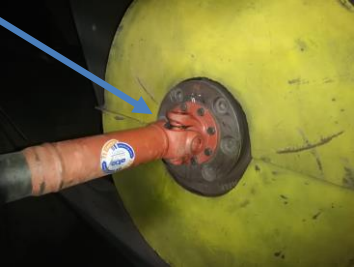



	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN		AC-SIG-MA--F-L-03	
	ORDEN DE LUBRICACIÓN AUTÓNOMA		Versión 01	
	Aprobado por: Jefe de Mantenimiento	Revisado por: Coordinador de Mantenimiento	24/08/2021	
ÁREA:	ACABADOS PRIMARIOS	FECHA:		
EQUIPO:	SHAKE OUT	FRECUENCIA:		
RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD				
USAR SU TARJETA DE BLOQUEO				
USAR SUS EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL				
CONSIDERAR LAS NORMAS DE SEGURIDAD DE LA EMPRESA				
CARDANES				
1 PUNTO DE LUBRICACIÓN LADO "A" DERECHO			2 PUNTO DE LUBRICACIÓN LADO "B" DERECHO	
				
3 PUNTO DE LUBRICACIÓN LADO "A" DERECHO			4 PUNTO DE LUBRICACIÓN LADO "B" IZQUIERDO	
PARTES A LUBRICAR:		CONFORMIDAD		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	LUBRICAR CARDAN DE LA MEZA DE ZARANDA LADO A DERECHO			
2	LUBRICAR CARDAN DE LA MEZA DE ZARANDA LADO B DERECHO			
3	LUBRICAR CARDAN DE LA MEZA DE ZARANDA LADO A IZQUIERDO			
4	LUBRICAR CARDAN DE LA MEZA DE ZARANDA LADO B IZQUIERDO			
OTRAS OBSERVACIONES:				
Responsable:		Firma:		

Figura 20. Fichas de implementación de Orden de lubricación Autónoma III

Etapa 4: Inspección general

Se procedió a darle instrucciones, además de las capacitaciones, a los operarios para que sean capaces de detectar problemas por inspección, de manera que, se pueda corregir ciertos defectos en el tiempo oportuno. Para ello, se elaboró la ficha de Inspección visual autónoma, en donde se hace referencia a los puntos de inspección de la línea Shake Out (Ver Figura 21)


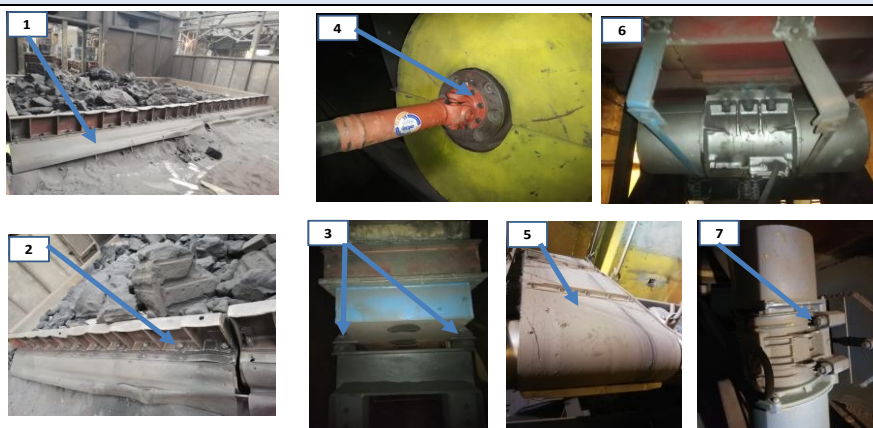
		SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN		AC-SIG-MA-F-1-01
		ORDEN DE INSPECCIÓN VISUAL AUTÓNOMA		Versión 01
Aprobado por: Jefe de Mantenimiento		Revisado por: Coordinador de Mantenimiento		24/08/2021
ÁREA:	ACABADOS PRIMARIOS	FECHA:		
EQUIPO:	SHAKE OUT	FRECUENCIA:	DIARIA	
RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD				
USAR SU TARJETA DE BLOQUEO				
USAR SUS EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL				
CONSIDERAR LAS NORMAS DE SEGURIDAD DE LA EMPRESA				
LÍNEA SHAKE OUT				
				
INSPECCIONES VISUALES:		CONFORMIDAD		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	INSPECCIÓN DE GUARDA DE CAUCHO (PROTECTORES LATERALES DE CADA ZARANDA)			
2	INSPECCIÓN DE ESTADO DE LOS PERNOS DE LA MEZA DE ZARANDA			
3	INSPECCIÓN DE ESTADO DE AMORTIGUADORES DE MEZA ALIMENTADORA (FRONTAL - POSTERIOR)			
4	INSPECCIÓN DE PERNOS DEL CARDAN			
5	INSPECCION DE ESTADO DE FAJA MAGNETICA			
6	INSPECCIÓN DE ANCLAJE DEL MOTOR DEL MOLINO ATRIBICIÓN			
7	INSPECCIÓN DE ANCLAJE Y ESTADO DE LOS 2 MOTOVIBRADORES			
OTRAS OBSERVACIONES:				
Responsable:		Firma:		

Figura 21. Fichas de inspección Autónoma

Etapa 5: Inspección autónoma

Se les entreno a los operarios para que puedan realizar de la mejor manera las fichas de inspección, limpieza y lubricación, y se realizó el Plan anual de Mantenimiento Autónomo, en donde se determina los días y las frecuencias para la aplicación de cada una de las fichas., así como un control y programación de las anomalías detectadas en las inspecciones autónomas. (Ver Figura 22)

LÍNEA SHAKE OUT		TIPO DE TRABAJO	FRECUENCIA	DICIEMBRE																																		
				SEMANA 14							SEMANA 15							SEMANA 16							SEMANA 17							SEMANA 18						
				M	S	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J		
				29-sep-2	30-oct-2	30-nov-2	01-dic-2	02-dic-2	03-dic-2	04-dic-2	05-dic-2	06-dic-2	07-dic-2	08-dic-2	09-dic-2	10-dic-2	11-dic-2	12-dic-2	13-dic-2	14-dic-2	15-dic-2	16-dic-2	16-dic-2	16-dic-2	16-dic-2	16-dic-2	16-dic-2	17-dic-2	17-dic-2	17-dic-2	17-dic-2	17-dic-2	17-dic-2	17-dic-2	18-dic-2	18-dic-2	18-dic-2	
ELEVADOR DE CANGULONES	Lubricación	S	A				A							A																							A	
FAJA MAGNÉTICA	Lubricación	S					B							B																							B	
CARDANES	Lubricación	S					B							B																							B	
LÍNEA EN GENERAL	Limpieza	D	A/B			A/B	A/B	A/B	A/B	A/B	A/B			A/B	A/B	A/B	A/B	A/B																			A/B	A/B
LÍNEA EN GENERAL	Inspección	D	A/B			A/B	A/B	A/B	A/B	A/B	A/B			A/B	A/B	A/B	A/B	A/B																			A/B	A/B

*S= Semanal, D = Diaria
*A= Turno amanecida, B = Turno día

Figura 22. Plan anual de mantenimiento Autónomo

Etapa 6: Organización y orden

En esta etapa aplicamos dos “S” de la metodología 5S, Seiri (organización) y Seiton (orden), para ello, se requirió de una gaveta con compartaciones, en donde se organizaron y ordenaron las herramientas a utilizar, así como los insumos y los archivadores de las fichas de lubricación y limpieza e inspección.

Además, se identificó que las mangueras que utilizaban para la limpieza se encontraban en desorden, generando un riesgo de caída a nivel para los operadores, por lo tanto, se fabricaron carretes con el fin de conservar enrolladas las mangueras y mantener el área ordenada.

Etapa 7: Implantación plena del Mantenimiento Autónomo

En esta etapa se consolidó la implementación del Mantenimiento Autónomo mediante el establecimiento de los objetivos a alcanzar para lograr la mejora continua, así como también, se revisó las 6 etapas anteriores para verificar su

correcto funcionamiento. Se establecieron los encargados o responsables de realizar el seguimiento diario a las fichas de lubricación, limpieza e inspección para levantar información de anomalías detectadas por los operarios para su posterior levantamiento.

En esta etapa los operarios están en condiciones de poder detectar y corregir anomalías de la línea shake Out, debido a los conocimientos que han adquirido durante la implementación del Mantenimiento Autónomo (Ver Tabla N° 1).

Tabla 1. *Proceso de seguimiento de las etapas del mantenimiento*

Niveles de Mantenimiento Autónomo	Niveles para capacitación de operarios
7. Gestión autónoma completa	Puede reparar el equipo
6. Organización y orden	Conoce las relaciones entre la precisión del equipo y la calidad del
5. Inspección autónoma	
4. Inspección general	Conoce las función y la estructura del equipo
3. Establecimiento de estándares	
2. Eliminación de focos de suciedad y zonas inaccesibles	Puede detectar problemas y comprender los principios y procedimientos de mejora del equipo
1. Limpieza inicial	

Fuente: Elaboración Propia

Fase III: Evaluación

Para la evaluación del Mantenimiento Autónomo se establecieron indicadores, tanto para la limpieza e inspección como para la lubricación, esto con la finalidad de realizar un seguimiento y poder aplicar acciones de mejora. Además, se realizaron auditorías y reuniones periódicas para verificar el cumplimiento de los objetivos trazados en cada etapa y buscar la mejora continua.

4.3 Análisis económico.

La perspectiva de un análisis económico con relación a la implementación del Mantenimiento Autónomo en el área de shake Out con la implementación de las 7 etapas del Mantenimiento Autónomo, obtuvimos un resultado óptimo al incrementar la disponibilidad del área en un 93.9%. (Ver Tabla N°2)

Tabla 2. Tabla de resultados Pre y Post test.

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	setiembre
MTBF	474.61	615.60		1505.38	2257.78
MTTR	194.41	234.00		128.46	102.22
DISPONIBILIDAD	70.95	72.46		62.14	95.76

Fuente: Elaboración Propia

- **Beneficio y costo, estudios realizados**

Costo - Beneficio

Tomando en cuenta la relación del costo beneficio esta se considera en valor de 1

Teniendo en cuenta $B/C > 1$ la implementación es aceptable.

Teniendo en cuenta $B/C = 1$ la implementación es indiferente.

Teniendo en cuenta $B/C < 1$ la implementación es aceptable.

En este proyecto se tuvo una inversión de S/.3.429,00 en compra de equipos, elaboración de materiales de recolección de datos y capacitaciones, teniendo como resultado una reducción del costo de mantenimiento por las paradas de máquina y reparaciones conjuntamente en la compra de repuestos para dichas maquinas.

Obteniendo un total de beneficios de S/. 25,000.00 y unos costos de S/. 3.429.00. En base a los datos monetarios contamos con un beneficio/costo de S/. 7.29 por la implementación del mantenimiento autónomo, en resumen, por cada sol invertido tenemos S/. 7.29 de beneficio.

4.4 Resultado descriptivo e inferencial

En primer lugar, mediante el software SPSS 25 se procesó y sintetizó la información o datos obtenidos de la variable dependiente, en este caso la Disponibilidad, utilizando la estadística descriptiva e inferencial, buscando el orden y precisión en los datos de la muestra.

- **Análisis descriptivo**

Variable dependiente: Disponibilidad

Luego de haber procesado los datos de la variable dependiente en el software mencionado anteriormente, se obtuvo la Tabla N° 3, en donde se pudo observar la cantidad de datos que fueron procesados, la cantidad de casos perdidos, así mismo, el porcentaje con el que se evaluó la variable Disponibilidad.

Tabla 3. Resumen del procesamiento de datos de la Disponibilidad

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Disponibilidad Pre	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%
Disponibilidad Post	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

Fuente: Reporte de SPSS 25

También, se empleó el histograma dentro del análisis descriptivo para poder observar el comportamiento de la distribución de los datos del pre-test y post-test, además de obtener las medidas de tendencia de dispersión y central. (Ver Figura 23)

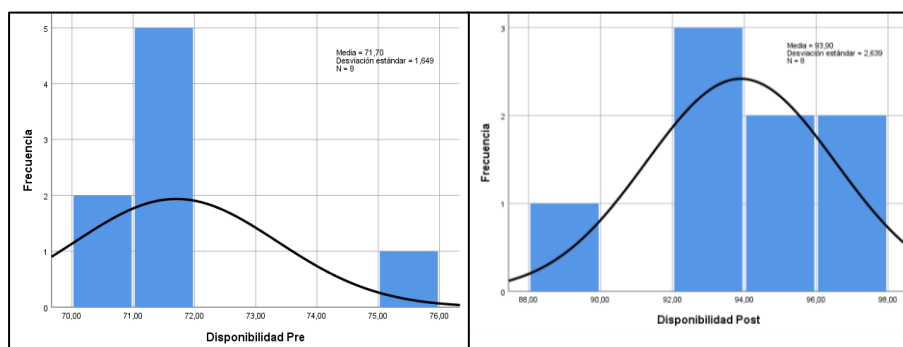


Figura 23: Histograma del pre-test y post-test de Disponibilidad

Interpretación:

- La media de la variable Disponibilidad del pre-test fue 71,70% y post-test fue 93,90%.
- La mediana del pre-test fue 71,28% y del post-test fue 93,97%.
- El valor mínimo y máximo fue de 70,62% y 75,71% en el pre-test mientras que, en el post-test se obtuvo como valor mínimo y máximo 88,32% y 96,61%, respectivamente.
- La varianza en el pre-test fue de 2,71 y en el post-test fue 6,96.
- La desviación estándar del pre-test fue de 1,64 y el post-test fue 2,63.

Dimensión 1: Tiempo medio de reparación (MTTR)

Luego de haber procesado los datos de la dimensión MTTR en el software mencionado anteriormente, se obtuvo la Tabla N° 4, en donde se pudo observar la cantidad de datos que fueron procesados, la cantidad de casos perdidos, así mismo, el porcentaje con el que se evaluó la dimensión MTTR.

Tabla 4. Resumen del procesamiento de datos del MTTR

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
MTTR Pre	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%
MTTR Post	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

Fuente: Reporte de SPSS 25

También, se empleó el histograma dentro del análisis descriptivo para poder observar el comportamiento de la distribución de los datos del pre-test y post-test de la dimensión Tiempo medio de reparación (MTTR) de la variable dependiente Disponibilidad, además de obtener las medidas de tendencia de dispersión y central. (Ver Figura 24)

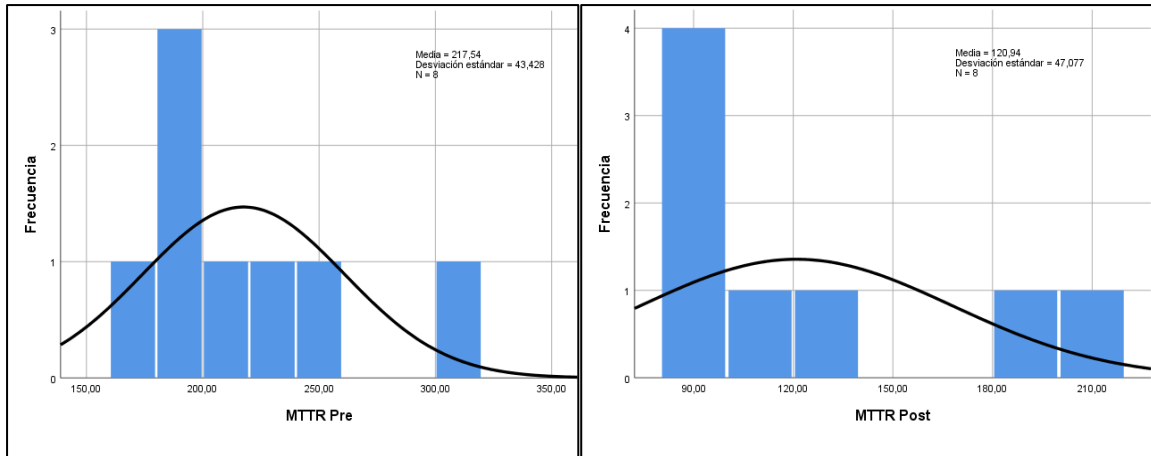


Figura 24. Histograma del pre-test y post-test del MTTR

Interpretación:

- La media de la dimensión MTTR del pre-test fue 217,53 min. y post-test fue 120,93 min.
- La mediana del pre-test fue 205,00 min. y del post-test fue 96,66 min.
- El valor mínimo y máximo fue de 168,89 min. y 306,00 min. en el pre-test mientras que, en el post-test se obtuvo como valor mínimo y máximo 82,50 min. y 206,67 min., respectivamente.
- La varianza en el pre-test fue de 1885,97 y en el post-test fue 2216,25.
- La desviación estándar del pre-test fue de 5,81 y el post-test fue 1,25.

Dimensión 2: Tiempo medio entre fallas (MTBF)

Luego de haber procesado los datos de la dimensión MTBF en el software mencionado anteriormente, se obtuvo la Tabla N° 25, en donde se pudo observar la cantidad de datos que fueron procesados, la cantidad de casos perdidos, así mismo, el porcentaje con el que se evaluó la dimensión MTBF.

Tabla 5. Resumen del procesamiento de datos del MTBF

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
MTBF Pre	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%
MTBF Post	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

Fuente: Reporte de SPSS 25

También, se empleó el histograma dentro del análisis descriptivo para poder observar el comportamiento de la distribución de los datos del pre-test y post-test de la dimensión Tiempo medio entre fallas (MTBF) de la variable dependiente Disponibilidad, además de obtener las medidas de tendencia de dispersión y central. (Ver Figura 25)

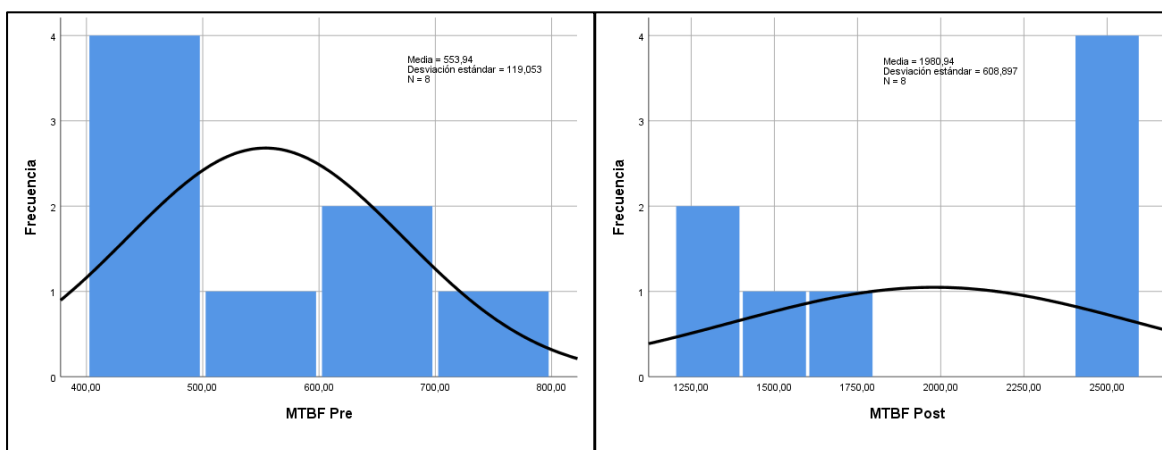


Figura 25. Histograma del pre-test y post-test del MTBF

Interpretación:

- La media de la dimensión MTBF del pre-test fue 553,94 min. y post-test fue 1989,94 min.
- La mediana del pre-test fue 506,16 min. y del post-test fue 2070,83 min.
- El valor mínimo y máximo fue de 421,11 min. y 756,00 min. en el pre-test mientras que, en el post-test se obtuvo como valor mínimo y máximo 1237,50 min. y 2565,00 min., respectivamente.
- La desviación estándar del pre-test fue de 119,05 y el post-test fue 608,89.

- **Análisis inferencial**

Variable dependiente: Disponibilidad

➤ Análisis de la hipótesis general

Hipótesis Alternativa (Ha): La implementación del mantenimiento autónomo mejora la disponibilidad en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021.

Para realizar la contrastación de la hipótesis general, primero se determinó si los datos tenían un comportamiento paramétrico o no paramétrico. El estadígrafo que se utilizó fue Shapiro-Wilk para la prueba de normalidad, debido a que la cantidad de datos procesados fueron 8 (tiempo tomado en semanas).

Regla de Decisión

- ✓ Si $Sig > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico
- ✓ Si $Sig \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Tabla 6. Prueba de normalidad de la Disponibilidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad Pre	,410	8	,000	,605	8	,000
Disponibilidad Post	,273	8	,081	,859	8	,117

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Reporte de SPSS 25

En la Tabla N° 6, se pudo observar que la significancia de la Disponibilidad pre-test fue 0.000 y del post-test fue 0.117, por lo tanto, como el pre-test fue menor que 0,05 y el post-test fue mayor que 0,05, se determinó que los datos tienen un comportamiento no paramétrico, en consecuencia, el estadígrafo que se utilizó fue Willcoxon.

➤ **Contrastación de la hipótesis general**

Hipótesis Nula (Ho): La implementación del mantenimiento autónomo no mejora la disponibilidad en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021.

Hipótesis Alterna (Ha): La implementación del mantenimiento autónomo mejora la disponibilidad en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021.

Regla de Decisión

$$H_0: \mu_{antes} \geq \mu_{después}$$

$$H_a: \mu_{antes} < \mu_{después}$$

Donde:

μ_{antes} : Es la media de la Disponibilidad del pre-test.

$\mu_{después}$: Es la media de la Disponibilidad del post-test.

Tabla 7. Prueba de rango con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Disponibilidad Pre -	Rangos negativos	8 ^a	4,50	36,00
Disponibilidad Post	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	8		

a. Disponibilidad Pre < Disponibilidad Post

b. Disponibilidad Pre > Disponibilidad Post

c. Disponibilidad Pre = Disponibilidad Post

Fuente: Reporte de SPSS 25

En la Tabla N° 7, se observó que los casos de la Disponibilidad post-test fue mayor que la Disponibilidad pre-test, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, lo cual demostró que la implementación del Mantenimiento Autónomo mejora significativamente la Disponibilidad en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C.

Posteriormente, para confirmar la hipótesis alterna se procedió a utilizar el estadígrafo de prueba de Wilcoxon, tomando los datos del pre-test y post-test de la Disponibilidad y teniendo en cuenta la regla de decisión.

Regla de decisión

- ✓ Si $Sig \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula
- ✓ Si $Sig > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 8. Estadístico de prueba Wilcoxon para la Disponibilidad

Estadísticos de prueba ^a	
	Disponibilidad Pre - Disponibilidad Post
Z	-2,524 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,012

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Reporte de SPSS25

En la Tabla N° 8, se observó que la significancia de la prueba de Wilcoxon, ejecutada al pre-test y post-test de la variable Disponibilidad mostró un valor de 0,012, en consecuencia, según la regla de decisión mencionada anteriormente, se rechaza la hipótesis nula y se da paso a la aceptación de la hipótesis alterna, quedando demostrado que la implementación del Mantenimiento Autónomo mejora significativamente la Disponibilidad en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C.

Dimensión 1: Tiempo medio de reparación (MTTR)

➤ Análisis de la hipótesis específica 1

Hipótesis Alterna (Ha): La implementación del mantenimiento autónomo mejora el tiempo de reparación en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021.

Para realizar la contrastación de la hipótesis específica 1, primero se determinó si los datos tenían un comportamiento paramétrico o no paramétrico. El estadígrafo que se utilizó fue Shapiro-Will para la prueba de normalidad, debido a que la cantidad de datos procesados fueron 8 (tiempo tomado en semanas).

Regla de Decisión

- ✓ Si $Sig. \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- ✓ Si $Sig. > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 9. Prueba de normalidad del MTTR

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MTTR Pre	,227	8	,200*	,887	8	,218
MTTR Post	,271	8	,086	,787	8	,021

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Reporte de SPSS25

En la Tabla N° 9, se pudo observar que la significancia del MTTR pre-test fue 0.218 y del post-test fue 0.021, por lo tanto, como el pre-test fue mayor que 0,05 y el post-test fue menor que 0,05, se determinó que los datos tienen un comportamiento no paramétrico, en consecuencia, el estadígrafo que se utilizó fue Willcoxon.

➤ Contrastación de la primera hipótesis específica 1

Hipótesis Nula (H₀): La implementación del mantenimiento autónomo no mejora el tiempo de reparación en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021.

Hipótesis Alterna (H_a): La implementación del mantenimiento autónomo mejora el tiempo de reparación en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021.

Regla de Decisión

$$H_0: \mu_{antes} \geq \mu_{después}$$

$$H_a: \mu_{antes} < \mu_{después}$$

Donde:

μ_{antes} : Es la media del MTTR pre-test

$\mu_{después}$: Es la media del MTTR post-test

Tabla 10. Prueba de rango con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
MTTR Pre - MTTR Post	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	8 ^b	4,50	36,00
	Empates	0 ^c		
	Total	8		

a. MTTR Pre < MTTR Post

b. MTTR Pre > MTTR Post

c. MTTR Pre = MTTR Post

Fuente: Reporte de SPSS 25

En la Tabla N° 10, se observó que los casos del MTTR pre-test fue mayor que la Disponibilidad post-test, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, lo cual demostró que la implementación del Mantenimiento Autónomo mejora significativamente el MTTR en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C.

Posteriormente, para confirmar la hipótesis alterna se procedió a utilizar el estadígrafo de prueba de Wilcoxon, tomando los datos del pre-test y post-test del MTTR y teniendo en cuenta la regla de decisión.

Regla de decisión

✓ Si $Sig \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

✓ Si $Sig > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 11. Estadístico de prueba Wilcoxon para el MTTR

Estadísticos de prueba ^a	
MTTR Pre - MTTR Post	
Z	-2,521 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,012

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Reporte de SPSS25

En la Tabla N° 11, se observó que la significancia de la prueba de Wilcoxon, ejecutada al pre-test y post-test de la dimensión Tiempo medio de reparación, mostró un valor de 0,012, en consecuencia, según la regla de decisión mencionada anteriormente, se rechaza la hipótesis nula y se da paso a la aceptación de la hipótesis alterna, quedando demostrado que la implementación del Mantenimiento Autónomo mejora significativamente el MTTR en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C.

Dimensión 2: Tiempo medio entre fallas (MTBF)

➤ Análisis de la hipótesis específica 2

Hipótesis Alterna (Ha): La implementación del mantenimiento autónomo mejora el tiempo medio entre fallos en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021.

Para realizar la contrastación de la hipótesis específica 2, primero se determinó si los datos tenían un comportamiento paramétrico o no paramétrico. El estadígrafo que se utilizó fue Shapiro-Will para la prueba de normalidad, debido a que la cantidad de datos procesados fueron 8 (tiempo tomado en semanas).

Regla de Decisión

- ✓ Si $p \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- ✓ Si $p > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 12. Prueba de normalidad del MTBF

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MTBF Pre	,250	8	,151	,898	8	,279
MTBF Post	,291	8	,044	,794	8	,025

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Reporte de SPSS 25

En la Tabla N° 12, se pudo observar que la significancia del MTBF pre-test fue 0.279 y del post-test fue 0.025, por lo tanto, como el pre-test fue mayor que 0,05 y el post-test fue menor que 0,05, se determinó que los datos tienen un

comportamiento no paramétrico, en consecuencia, el estadígrafo que se utilizó fue Willcoxon.

➤ **Contrastación de la primera hipótesis específica 2**

Hipótesis Nula (H₀): La implementación del mantenimiento autónomo no mejora el tiempo entre fallas en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021.

Hipótesis Alternativa (H_a): La implementación del mantenimiento autónomo mejora el tiempo entre fallas en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021.

Regla de Decisión

$$H_0: \mu_{antes} \geq \mu_{después}$$

$$H_a: \mu_{antes} < \mu_{después}$$

Donde:

μ_{antes} : Es la media del MTBF pre-test

$\mu_{después}$: Es la media del MTBF post-test

Tabla 13. Prueba de rango con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
MTBF Pre - MTBF Post	Rangos negativos	8 ^a	4,50	36,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	8		

a. MTBF Pre < MTBF Post

b. MTBF Pre > MTBF Post

c. MTBF Pre = MTBF Post

Fuente: Reporte de SPSS 25

En la Tabla N° 13, se observó que los casos del MTBF pre-test fue menor que la Disponibilidad post-test, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, lo cual demostró que la implementación del Mantenimiento Autónomo mejora significativamente el MTBF en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C.

Posteriormente, para confirmar la hipótesis alterna se procedió a utilizar el estadígrafo de prueba de Wilcoxon, tomando los datos del pre-test y post-test del MTBF y teniendo en cuenta la regla de decisión.

Regla de decisión

- ✓ Si $Sig \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula
- ✓ Si $Sig > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 14. Estadístico de prueba Wilcoxon para el MTBF

Estadísticos de prueba^a	
	MTBF Pre - MTBF Post
Z	-2,521 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,012

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Reporte de SPSS25

En la Tabla N° 14, se observó que la significancia de la prueba de Wilcoxon, ejecutada al pre-test y post-test de la dimensión Tiempo medio entre fallas, mostró un valor de 0,012, en consecuencia, según la regla de decisión mencionada anteriormente, se rechaza la hipótesis nula y se da paso a la aceptación de la hipótesis alterna, quedando demostrado que la implementación del Mantenimiento Autónomo mejora significativamente el MTBF en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C.

V. DISCUSIÓN

Una vez realizado la implementación del mantenimiento autónomo para la mejora de la disponibilidad de la línea de Shake Out de Aceros Chilca, alcanzando nuestros objetivos propuestos en la presente investigación. Las bases de nuestro resultado esta conformadas por el cronograma de capacitaciones semestrales para el equipo del personal autónomo, creación de una estructura organizacional el cual se encargó del desarrollo de la propuesta de mejora y el seguimiento correspondiente, adquisición de equipos de vanguardia en lubricación, dichos puntos mencionados con anterioridad tuvieron un fuerte impacto en el área aumentando la disponibilidad de la línea Shake Out de Aceros Chilca, a través de la implementación del mantenimiento autónomo.

Como evidenciamos en la Figura 16 Histograma del antes y después de Disponibilidad, demostramos que la implementación del mantenimiento autónomo mejora significativamente, demostrándolo con la recolección y análisis de los datos del pre test, obteniendo un resultado de un 71.70% posterior a la implementación con el respectivo análisis de los datos del post test obtenemos una disponibilidad de un 93.30%, obteniendo una variación del 21.6% a favor nuestro. Tomando como punto de comparación a Nunura Bances, 2018 en su investigación titulada "*Plan de mantenimiento autónomo para mejorar la disponibilidad del sistema de refrigeración industrial de la empresa LAIVE S.A., Ate Vitarte, 2018*". Tuvo como objetivo comprobar que la aplicación del Mantenimiento Autónomo si mejora la disponibilidad de un sistema de refrigeración industrial. El resultado fue que la disponibilidad después de la aplicación del Mantenimiento Autónomo aumentó a un 91%. Finalmente, concluyó que la aplicación de este tipo de mantenimiento aumenta la disponibilidad ya que las bases de esta metodología se orientan a niveles básicos de tareas o trabajos los cuales al ser ejecutados por los mismos trabajadores muestran un resultado óptimo de disponibilidad y sobre todo a la fácil tarea de mantenimiento que se podría suscitar en un futuro y por ende debe ser realizado por el personal capacitado y especializado y con la colaboración del personal autónomo, como se implementó en nuestra investigación fue crucial para que trabajos de reparación o trabajos correctivos se realicen en un

tiempo menor y así poder contar con menos tiempo de reparación y obtener una disponibilidad aún mayor.

Además, podemos mencionar a Pérez y Figueroa en su tesis titulada "*Mantenimiento Autónomo para incrementar la disponibilidad de equipos del área de paletizado de la Planta de Alimentos en la empresa Técnica Avícola S.A., Pacasmayo 2018*". Tuvo como objetivo evidenciar que la aplicación de este tipo de mantenimiento aumenta la disponibilidad de los equipos. Obtuvo como resultado que la aumentó de la disponibilidad a 91.64%. El eje en el que se basó Pérez y Figueroa estuvo en base a la intervención de los colaboradores directamente relacionados con las máquina y sin dejar de lado a la alta gerencia, con el fin de tener un buen flujo de información y poder reducir tiempos de reparación logro un aumento en la disponibilidad como lo mencionamos anteriormente, gracias a estos puntos mencionado en nuestra implementación identificamos al equipo que llevaría el nombre de "Equipo Autónomo" con la finalidad de realizar las limpiezas y lubricaciones detalladas en nuestras fichas de control (Ver figuras 10 hasta 14) todo esfuerzo hizo una de las dimensiones de nuestra variable dependientes MTTR disminuya considerablemente y obtener un menor tiempo de reparaciones ya que se logró aumentar el tiempo de vida de los equipos y piezas claves en nuestra línea de Shake Out.

Así mismo, Alcázar y Carbajal en su investigación titulada "*Implementación del plan de mantenimiento autónomo para mejorar la disponibilidad de los equipos en una industria gráfica, Lima – 2019*". Su objetivo de su tesis fue aumentar la disponibilidad en los equipos de la industrial grafica aplicando el Mantenimiento Autónomo. El tipo de investigación fue aplicada diseño cuasi experimental. La población y muestra estuvo constituida por la línea de producción Lithoman IV. Los instrumentos que utilizó fueron registros de recolección de datos. Obtuvo como resultado que la disponibilidad aumentó a 93.96, logrando mejorar un 4.8%. Gracias a muchos instrumentos que consultamos y buscamos como ayuda o apoyo pudimos crear el formato adecuado (ver Anexo N°03) para nuestra situación inicial (Pre test.) gracias a ello pudimos realizar el levantamiento de información antes y después de nuestra implementación, gracias a que fueron validados por un juicio de expertos el levantamiento de

información no tuvo muchas dificultades. Gracias a una recolección adecuada pudimos realizar el análisis de datos al 100% en el software estadístico SPSS así tener resultados favorables en el área de Shake Out (ver figura 16) obteniendo una mejora en la disponibilidad de 22.2 % sobre el porcentaje registrado en el pre test obteniendo un total final de 93.9% de disponibilidad después de nuestra implementación.

Por otro lado, Arias y Carballido en su investigación titulada *“Implementación del Mantenimiento Autónomo para aumentar la disponibilidad de equipos Trackiess en Uchucchacua”*. Tuvo como objetivo que los operadores aporten en el cuidado y registro de fallas de los equipos. El tipo de investigación que utilizó fue tecnológico y diseño experimental. La población estuvo constituida por los operarios. El instrumento que utilizó fue el cuestionario. Obtuvo como resultado un incremento en la disponibilidad de 75% a 85%. Una de nuestras dimensiones está en base a la disponibilidad pero que es la disponibilidad en base a las fallas, bueno el registro de la cantidad de fallas e incluso el tiempo que el equipo esta inoperativo es crucial ya que, si estos se prolongas o el tiempo de reparación es aún mayor, nuestra disponibilidad será afectada en base a esto se pudo realizar el registro del tiempo de falla de cada equipo y el número de fallas para poder realizar el análisis del tiempo medio de fallas MTBF. Resultando una relación inversamente proporcional a la disponibilidad debido a que logramos reducir el tiempo medio de fallas el área de Shake Out. Incrementa su disponibilidad debido a que la línea no tiene paradas por reparación correctiva o el número de fallas no son tan constantes, al poder identificar los posibles potenciales de falla y ver su origen, se optó por la compra de equipo lubricador que le permitiera al personal autónomo tener una practicidad en su trabajo y sobre todo con una rapidez, seguidamente a esto se habilitaron puntos de toma de aire comprimido para la mejor limpieza de partículas de polvo y poder prolongar el tiempo de vida útil de cara repuesto.

También contamos con Gupta, Pardeep; Vardhan, Sachit; Sharma, Anuj (2014) en su investigación titulada THE IMPACT OF IMPLEMENTATION OF JISHU-HOZEN PILLAR IN A PROCESS INDUSTRY: A CASE STUDY. Tiene como objetivo analizar los resultados de la implementación del mantenimiento

autónomo en una industria de procesos. Fue un estudio de tipo aplicada y experimental, la población y la muestra son todos los trabajadores y equipos de la organización, los instrumentos utilizados son las siguientes actividades de pilares del mantenimiento autónomo. se obtuvo como resultado menor tiempo de paradas en los años 1,2,3,4,5 (actual) en un 0.18-0.14-0.14-0.12-0.08 respectivamente. También resultados de disminución de Derrame de material, ratios del mantenimiento autónomo. En base a las ideas de implementación y al trabajo que logramos apuntar es que el mantenimiento autónomo direccionado a las empresas siderúrgicas sean de vital importancia y que sea la llave para futuras investigaciones, los resultados obtenidos por Gupta, Pardeep son de un cronograma anual el cual permite el análisis de más datos y tener más posibles casuísticas de mejora y monitores por ese motivo nuestro principal meta como profesionales es que luego de unos años nuevamente hacer el análisis de disponibilidad y estar cada vez más cerca del 100%.

VI. CONCLUSIONES

1. Se comprobó que al implementar el Mantenimiento Autónomo en la empresa Aceros Chilca S. A. C., aumentó la Disponibilidad en un 30,96%, debido a que la media antes de la implementación fue 71,70% y después fue 93,90%, lo cual demostró un aumento de la Disponibilidad en la Línea Shake Out. Para eso, se tuvo que ejecutar y cumplir con el cronograma de implementación en las fechas designadas a cada una de las actividades. En consecuencia, al realizar el análisis inferencial de la variable Disponibilidad, utilizando el estadígrafo WILCOXON, se logró obtener una significancia de 0,012, siendo esta evidencia estadística para aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula.
2. Se comprobó que al implementar el Mantenimiento Autónomo en la empresa Aceros Chilca S. A. C., mejoró el MTTR en un 44,41%, debido a que la media antes de la implementación fue 217,53 min. y después fue 120,93 min., lo cual demostró mejoría en el tiempo medio de reparación en la Línea Shake Out. Para eso, se tuvo que ejecutar y cumplir con el cronograma de implementación en las fechas designadas a cada una de las actividades. En consecuencia, al realizar el análisis inferencial del MTTR, utilizando el estadígrafo WILCOXON, se logró obtener una significancia de 0,012, siendo esta evidencia estadística para aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula.
3. Se comprobó que al implementar el Mantenimiento Autónomo en la empresa Aceros Chilca S. A. C., mejoró el MTBF, debido a que la media antes de la implementación fue 553,93 min. y después fue 1989,93 min., esto quiere decir que antes las fallas se presentaban en promedio cada 9 hrs y después cada 33 hrs, lo cual demostró mejoría en el MTBF en la Línea Shake Out. En consecuencia, al realizar el análisis inferencial de la variable Disponibilidad, utilizando el estadígrafo WILCOXON, se logró obtener una significancia de 0,012, siendo esta evidencia estadística para aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los operarios autónomos tengan capacitaciones de actualización acerca del Mantenimiento autónomo, debido a que es fundamental para lograr los objetivos trazados, así como también, lograr la mejora continua.
- Se recomienda extender la aplicación del Mantenimiento Autónomo a las demás líneas de producción en el área de Moldeo.
- Se recomienda revisar periódicamente los indicadores del Mantenimiento Autónomo, para identificar mediante un Diagrama de Pareto, cuál es el factor principal que está generando que estos bajen el porcentaje de Disponibilidad.
- Se sugiere que la empresa considere un presupuesto mensual para el Mantenimiento Autónomo, debido a que cuando se requiera la compra o renovación de herramientas como el lubricador automático, grasas, entre otros, puedan ser adquiridas, por consiguiente, esto mejorará la Disponibilidad de la Línea Shake Out.
- Se sugiere que se realicen auditorías internas en la Línea Shake Out, para verificar el cumplimiento del Mantenimiento Autónomo y sugerir mejoras.

REFERENCIAS

1. *06-informe-tecnico-produccion-nacional-abr-2021.pdf* [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 4 julio 2021]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/principales_indicadores/06-informe-tecnico-produccion-nacional-abr-2021.pdf.
2. ABHIJEET K DIGALWAR y NAYAGAM, P., 2014. Implementation of Total Productive Maintenance in Manufacturing Industries: A Literature-Based Metadata Analysis - ProQuest. [en línea]. [Consulta: 4 julio 2021]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/1511119899/abstract/B2809212BA8F4621PQ/2?accountid=37408>.
3. Aceros Chilca. [en línea], 2021. [Consulta: 4 julio 2021]. Disponible en: <https://www.aceroschilca.com/nosotros/>.
4. ACUÑA, J.A., 2003. *Ingeniería de Confiabilidad*. S.l.: Editorial Tecnologica de CR. ISBN 978-9977-66-141-4.
5. ALAVEDRA-FLORES, C., GASTELU-PINEDO, Y., MÉNDEZ-ORELLANA, G., MINAYA-LUNA, C., PINEDA-OCAS, B., PRIETO-GILIO, K., RÍOS-MEJÍA, K. y MORENO-ROJO, C., 2016. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial*, vol. 0, no. 034, pp. 11. ISSN 1025-9929. DOI 10.26439/ing.ind2016.n034.529.
6. ALCÁZAR BLANCO, W. y CARBAJAL MARTÍNEZ, H.J., 2019. Implementación del plan de mantenimiento autónomo para mejorar la disponibilidad de los equipos en una industria gráfica, Lima – 2019. En: Accepted: 2021-02-17T19:23:26Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [Consulta: 1 julio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53275>.
7. ArcelorMittal. [en línea], 2021. [Consulta: 4 julio 2021]. Disponible en: <https://spain.arcelormittal.com/who-we-are/at-a-glance.aspx>.
8. BANCES, N. y LUIS, J., 2018. Plan de mantenimiento autonomo para mejorar la disponibilidad del sistema de refrigeración industrial de la empresa LAIVE S.A., Ate Vitarte, 2018. En: Accepted: 2019-09-10T17:14:05Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [Consulta: 1 julio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36173>.
9. BARONA GARZA, C., [sin fecha]. *Lubricación industrial*. 1967, pp. 25.
10. CARRASCO, F.J.C. y MÉNDEZ, M.R., 2019. INFLUENCIA DEL ORDEN Y LIMPIEZA EN LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA. *3C Empresa. Investigación y pensamiento crítico*, pp. 10-27. ISSN 2254-3376.

11. DORA, D., PATTNAIK, C., PADHI, R. y TALAPATRA, P., 2012. IMPLEMENTATION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE IN AN INDIAN PAPER MANUFACTURING COMPANY: A CASE STUDY - ProQuest. [en línea]. [Consulta: 1 julio 2021]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/1415606526/2F6C459F05474E22PQ/1?accountid=37408>.
12. GARCÍA GARRIDO, S., 2012. *Mantenimiento programado en centrales de ciclo combinado: Operación y mantenimiento de centrales de ciclo combinado*. S.l.: Ediciones Díaz de Santos. ISBN 978-84-9969-220-3.
13. GARCÍA PALENCIA, O., 2012. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Principios fundamentales - Oliverio García Palencia - Google Libros. [en línea]. [Consulta: 1 julio 2021]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books/about/Gesti%C3%B3n_Moderna_del_Mantenimiento_Indus.html?id=lyejDwAAQBAJ&redir_esc=y.
14. GÓMEZ SANTOS, C., 2019. Mantenimiento Productivo Total. Una visión global. *Issuu* [en línea]. [Consulta: 1 julio 2021]. Disponible en: https://issuu.com/cgomez/docs/cmgs_tpm_una_visi_n_global.
15. GRUPO BAOSTEEL | Hierro y acero. [en línea], 2000. [Consulta: 4 julio 2021]. Disponible en: https://www.baosteel.com/group_en/contents/2898/40043.html.
16. GUPTA, P., VARDHAN, S. y SHARMA, A., 2014. THE IMPACT OF IMPLEMENTATION OF JISHU-HOZEN PILLAR IN A PROCESS INDUSTRY: A CASE STUDY - ProQuest. [en línea]. [Consulta: 1 julio 2021]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/1710040829/abstract/5B95EC9461944F53PQ/1?accountid=37408>.
17. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y PILAR BAPTISTA LUCIO, M., 2014. *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill. ISBN 978-1-4562-2396-0.
18. Las Lomas. [en línea], 2020. [Consulta: 4 julio 2021]. Disponible en: <https://www.laslomas.com.bo/>.
19. MENÉNDEZ A., [sin fecha]. A. Menéndez Taller CES 15_ Confiabilidad. [en línea], [Consulta: 1 julio 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/5894329/A_Men%C3%A9ndez_Taller_CES_15_Confiabilidad.
20. PÉREZ SÁNCHEZ, A.A.R. y FIGUEROA VEGA, J.A., 2018. Mantenimiento autónomo para incrementar la disponibilidad de equipos del área de peletizado de la Planta de Alimentos en la empresa Técnica Avícola S.A., Pacasmayo 2018. [en línea]. [Consulta: 1 julio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34263>.

21. RÍOS RAMÍREZ, R.R., 2017. Metodología para la investigación y redacción. *Biblioteca virtual de derecho, economía, ciencias sociales y tesis doctorales*. [en línea], vol. 1 edición. [Consulta: 1 julio 2021]. Disponible en: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2017/1662/index.html>.
22. *RP-214-2018-CONCYTEC-P.pdf* [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 1 julio 2021]. Disponible en: <http://resoluciones.concytec.gob.pe/subidos/sintesis/RP-214-2018-CONCYTEC-P.pdf>.
23. SACRISTÁN, F.R., 2002. *Mantenimiento Total de la Producción (TPM): Proceso de Implantación y Desarrollo*. S.l.: FC Editorial. ISBN 978-84-95428-49-3.
24. SAHOO, S., 2020. Exploring the effectiveness of maintenance and quality management strategies in Indian manufacturing enterprises - ProQuest. [en línea]. [Consulta: 4 julio 2021]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2395490566/abstract/714066FD6734930PQ/5?accountid=37408>.
25. VALDEZ GARCÍA, J.E., 2017. Implementación del mantenimiento autónomo para aumentar la disponibilidad de equipos trackless en Uchucchacua. En: Accepted: 2018-02-03T03:51:45Z, *Universidad Nacional del Centro del Perú* [en línea], [Consulta: 1 julio 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3937>.
26. AASTHA, C., 2019. Development of Computerized Maintenance Management System for Honda Cars India Limited, Greater Noida - ProQuest. [en línea]. [Consulta: 13 julio 2021]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2292876283/abstract/B299F4EDD4264CC7PQ/14?accountid=37408>.
27. EMRE BILGIN, S., 2021. Fuzzy Based Failure Mode and Effect Analysis Towards to Risks of Autonomous Maintenance Activities: As a TPM Implementation - ProQuest. [en línea]. [Consulta: 13 julio 2021]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2521122540/abstract/B299F4EDD4264CC7PQ/16?accountid=37408>.
28. IKUO MIYAKE, D. y ENKAWA, T., 1999. Matching the promotion of total quality control and total productive maintenance: An emerging pattern for the nurturing of well-balanced manufacturers - ProQuest. [en línea]. [Consulta: 13 julio 2021]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/219824763/abstract/B299F4EDD4264CC7PQ/17?accountid=37408>.
29. RAMBABU, K. y PRASAD MISHRA, R., 2009. Justification of world-class maintenance systems using analytic hierarchy constant sum method - ProQuest. [en línea]. [Consulta: 13 julio 2021]. Disponible en:

<https://www.proquest.com/docview/215551375/abstract/B299F4EDD4264CC7PQ/15?accountid=37408>.

30. SUKANTA, R., M. y DESSY AGUSTINA, S., 2018. Implementations of Autonomous Maintenance to Relieve Stoppages on PT NIKF – Sachet Packaging Chain - ProQuest. [en línea]. [Consulta: 13 julio 2021].

Disponible en:

<https://www.proquest.com/docview/2216765915/abstract/B299F4EDD4264CC7PQ/13?accountid=37408>.

ANEXOS
ANEXO N° 01

Matriz de Operacionalización

	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	OPERACIONALIZACIÓN O DEFINICIÓN OPERACIONAL	CATEGORÍA O DIMENSIONES	DEFINICIÓN DE LA CATEGORÍA O DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTO	NIVEL DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	FRECUENCIA	TIPO DE VARIABLE
VARIABLE INDEPENDIENTE Mantenimiento Autónomo	Es un conjunto de tareas, las cuales se llevan a cabo diariamente por cada trabajador del equipo o máquina, como inspección, lubricación, limpieza y ajustes, trabajos menores, para mantener la máquina en un estado óptimo de funcionamiento (Gómez Santos, 2019).	El Mantenimiento Autónomo es un indicador que se mide a través del cumplimiento de las órdenes de trabajo de limpieza e inspección y lubricación.	Limpieza e Inspección	Es la identificación y eliminación de fuentes de suciedad. Así se asegura que los equipos y herramientas se encuentran siempre en perfecto estado de uso y el entorno de trabajo está limpio (Francisco Javier Cárcel Carrasco, 2019).	$LI = \frac{L \& I \text{ Ejecutada}}{L \& I \text{ Programada}} \times 100$ <p>L & I: limpieza e inspección LI: Limpieza e inspección</p>	FORMATO DE MEDICIÓN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	RAZÓN	PORCENTAJE	DIARIA	CUANTITATIVA
			Lubricación	Es el grado de viscosidad óptimo que debe tener el lubricante a diferentes temperaturas (Carlos Barona Garza 1967).	$L = \frac{\text{Lubricación Ejecutada}}{\text{Lubricación Programada}} \times 100$ <p>L: Lubricación</p>		RAZÓN	PORCENTAJE	DIARIA	CUANTITATIVA
VARIABLE DEPENDIENTE Disponibilidad	Es porcentaje de tiempo de un equipo o máquina que puede cumplir con su función básica, y esta se mide tomando en cuenta los tiempos medios de reparación y entre fallas (García Palencia, 2012)	La Disponibilidad es un indicador que se mide a través del tiempo medio de reparación y tiempo medio entre fallas.	MTBF (Tiempo medio entre fallas)	MTBF es el tiempo promedio de la frecuencia de ocurrencias de fallas, se calcula dividiendo el número de horas totales del período de tiempo analizado y el número de averías (García Garrido, 2012).	$MTBF = \frac{\text{número de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{número de averías}}$	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE DISPONIBILIDAD	RAZÓN	HORAS	MENSUAL	CUANTITATIVA
			MTTR (Tiempo medio de reparación)	El MTTR es el tiempo promedio que se utiliza para la reparación de la máquina, se calcula dividiendo el número de horas de paro por avería y el número de averías (García Garrido, 2012).	$MTTR = \frac{\text{número de horas de paro por avería}}{\text{número de averías}}$	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE DISPONIBILIDAD	RAZÓN	HORAS	MENSUAL	CUANTITATIVA

Fuente: Elaboración propia

Matriz de Consistencia

Implementación de Mantenimiento Autónomo para mejorar la Disponibilidad en la línea Shake Out de Aceros Chilca, Lima, 2021					
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Metodología
¿Cómo la implementación del mantenimiento autónomo mejorará la disponibilidad en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021?	Determinar cómo la implementación del mantenimiento autónomo mejora la disponibilidad en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021	La implementación del mantenimiento autónomo mejora la disponibilidad en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021	<p>Variable independiente</p> <p>Mantenimiento Autónomo</p> <p>Es un conjunto de tareas, las cuales se llevan a cabo diariamente por cada trabajador del equipo o máquina, como inspección, lubricación, limpieza y ajustes, trabajos menores, para mantener la máquina en un estado óptimo de funcionamiento (Gómez Santos, 2019).</p>	<p>Limpieza e Inspeccion</p> $LI = \frac{L \& I \text{ Ejecutada}}{L \& I \text{ Programada}} \times 100$ <p>L&I: Limpieza e inspección LI: Limpieza e inspección</p>	<p>1. Enfoque de investigación: Cuantitativa</p> <p>2. Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>3. Corte de la investigación: Longitudinal</p> <p>4. Diseño de la investigación: Cuasiexperimental</p> <p>5. Técnica de recolección de datos: Análisis documental y Observación</p> <p>6. Instrumentos: Fichas de recolección de datos</p> <p>7. Población: Máquina Shake Out del área de Moldeo</p> <p>8. Muestra: Será tomada dos meses antes (mayo y junio) y dos meses después (agosto y septiembre) de la implementación.</p> <p>9. Análisis de datos: Estadística descriptiva e inferencial</p>
				<p>Lubricación</p> $L = \frac{\text{Lubricación Ejecutada}}{\text{Lubricación Programada}} \times 100$ <p>L: Lubricación</p>	
<p>MTTR (Tiempo medio de reparación)</p> $MTTR = \frac{\text{número de horas de paro por avería}}{\text{número de averías}}$					
			<p>Variable Dependiente</p> <p>Disponibilidad</p> <p>Es porcentaje de tiempo de un equipo o máquina que puede cumplir con su función básica, y esta se mide tomando en cuenta los tiempos medios de reparación y entre fallas (García Palencia, 2012)</p>		
¿Cómo la implementación del mantenimiento autónomo mejorará el tiempo medio de reparación en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021?	Determinar cómo la implementación del mantenimiento autónomo mejora el tiempo de reparación en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021	La implementación del mantenimiento autónomo mejora el tiempo de reparación en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021			<p>MTBF (Tiempo medio entre fallas)</p> $MTBF = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{N}^\circ \text{ de averías}}$
¿Cómo la implementación del mantenimiento autónomo mejorará el tiempo medio entre fallas en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021?	Determinar cómo la implementación del mantenimiento autónomo mejora el tiempo medio entre fallos en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021	La implementación del mantenimiento autónomo mejora el tiempo medio entre fallos en la línea de Shake Out de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2021			

Fuente: Elaboración propia

Validación de juicio de expertos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LAS VARIABLES

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1 Mantenimiento Autónomo								
1	"Limpieza e Inspección" $LI = \frac{L \& I \text{ Ejecutada}}{L \& I \text{ PROGRAMADA}} \times 100$	X		X		X		
2	Lubricación $\frac{\text{Lubricación Ejecutada}}{\text{Lubricación PROGRAMADA}} \times 100$	X		X		X		
DIMENSIÓN 2 Disponibilidad								
3	MTBF $\frac{\text{número de horas totales del período de tiempo analizado}}{\text{número de averías}}$	X		X		X		
4	MTTR $\frac{\text{número de horas de paro por avería}}{\text{número de averías}}$	X		X		X		


Observaciones (precisar si hay suficiencia): **ES PERTINENTE**

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

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: **Lng Lino Rodriguez Alegre** **DNI: 06535058**
 22 de junio de 2021

Especialidad del validador: **Ing Pesquero Tecnólogo Mg administración**

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LAS VARIABLES

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1 Mantenimiento Autónomo								
1	"Limpieza e Inspección" $LI = \frac{L \& I \text{ Ejecutada}}{L \& I \text{ PROGRAMADA}} \times 100$	x		x		X		
2	Lubricación $\frac{\text{Lubricación Ejecutada}}{\text{Lubricación PROGRAMADA}} \times 100$	x		x		X		
DIMENSIÓN 2 Disponibilidad								
3	MTBF $\frac{\text{número de horas totales del período de tiempo analizado}}{\text{número de averías}}$	x		x		X		
4	MTTR $\frac{\text{número de horas de paro por avería}}{\text{número de averías}}$	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): ___ HAY SUFICIENCIA ___

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

Apellidos y nombres del juez validador. **Dr/ Mg: Mg. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo.** **DNI: 07500140**

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

Lima, 22 de junio del 2021


 GUSTAVO ADOLFO
 MONTOYA CÁRDENAS
 INGENIERO INDUSTRIAL
 Reg. CIP N° 194806

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LAS VARIABLES

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	"Limpieza e Inspección" $LI = \frac{L \& I \text{ Ejecutada}}{I. \& I \text{ PROGRAMADA}} \times 100$	X		X		X		
2	Lubricación $\frac{\text{Lubricación Ejecutada}}{\text{Lubricación PROGRAMADA}} \times 100$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 Disponibilidad	Si	No	Si	No	Si	No	
3	MTBF $\frac{\text{número de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{numero de averias}}$	X		X		X		
4	MTTR $\frac{\text{número de horas de paro por avería}}{\text{numero de averias}}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia.

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

Apellidos y nombres del juez validador: Dr/ Mg: Luis Alberto Vilela Romero DNI: 25607329

Especialidad del validador: Ing. Industrial

08 de julio del 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

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

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



Mgtr Luis A. Vilela Romero
DNI: 25607329

Firma del Experto Informante.



CARTA DE CONSENTIMIENTO

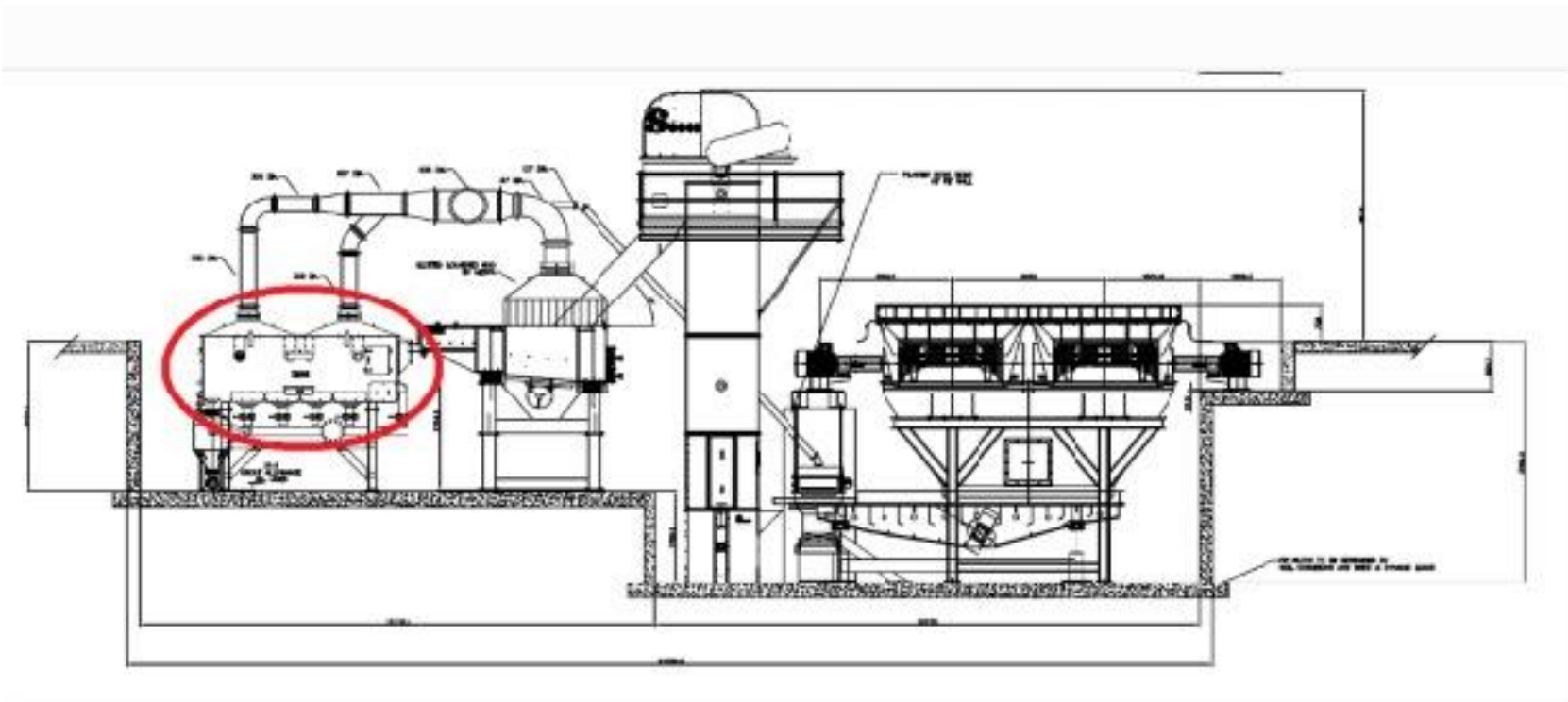
05 de Abril de 2021

Por medio de la presente, quien suscribe Robson Máximo Dos Santos - Jefe del área de Mantenimiento, otorgo la presente carta de consentimiento para el uso de datos de la EMPRESA ACEROS CHILCA S.A.C., en la investigación titulada "Implementación de Mantenimiento Autónomo para mejorar la Disponibilidad en la línea Shake Out de Aceros Chilca -2021". Estos datos serán exclusivamente utilizados para fines académicos referidos al proyecto de investigación de los señores: Baldeón Huaccho Oscar David con DNI: 45979951 y Casani Mamani Marco Antonio con DNI: 45947528 estudiantes del décimo ciclo de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, no pudiendo así utilizarlos para otros fines de divulgación. Solo se autoriza para la implementación y recolección datos. Agradezco la atención prestada quedando a sus órdenes frente a cualquier duda, aclaración o comentario que pudiese surgir de la información aquí prestada.

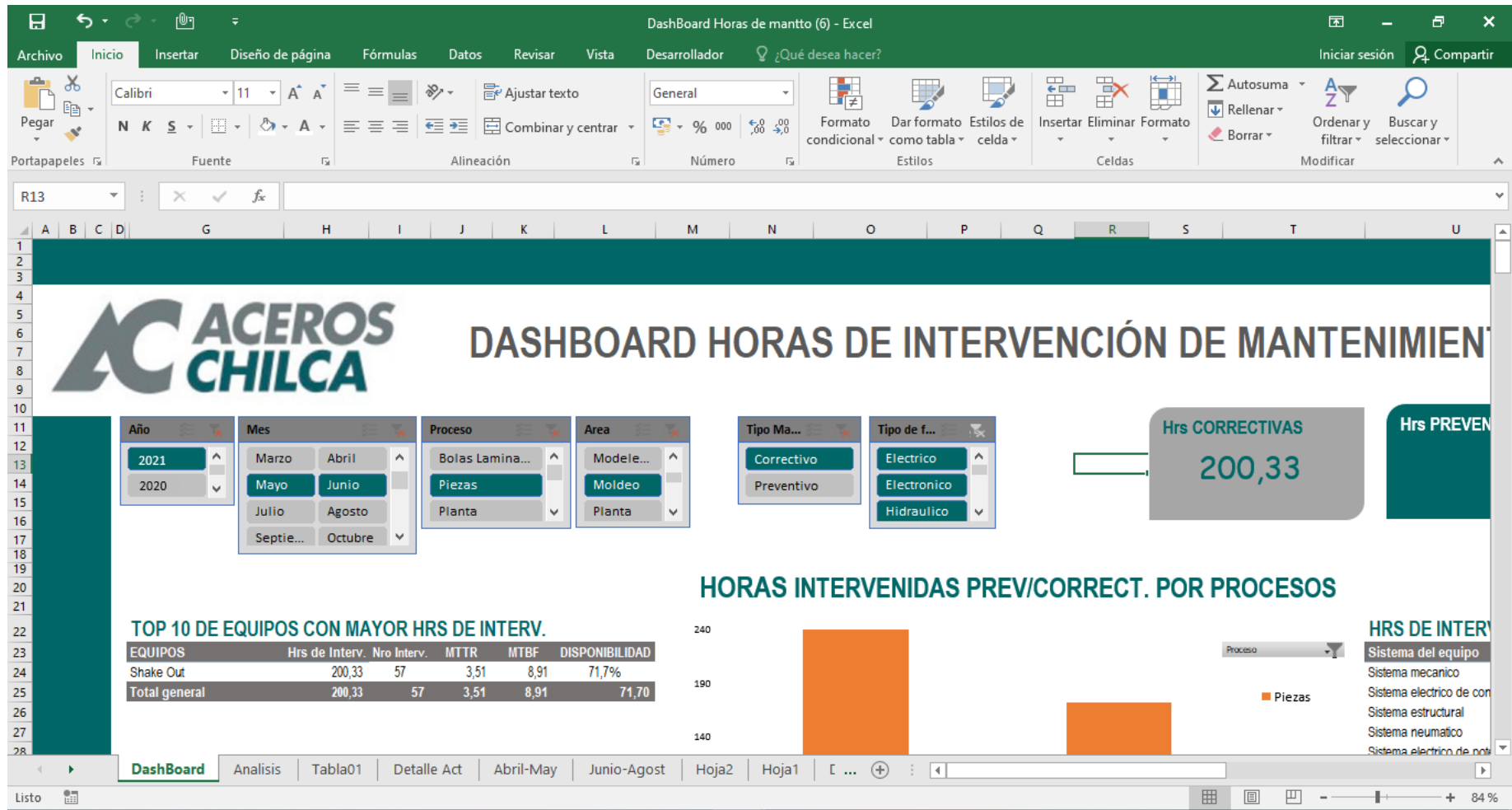

ROBSON DOS SANTOS
Jefe de Mantenimiento y Producción

Jefe del área de Mantenimiento

Plano de Línea Shake Out

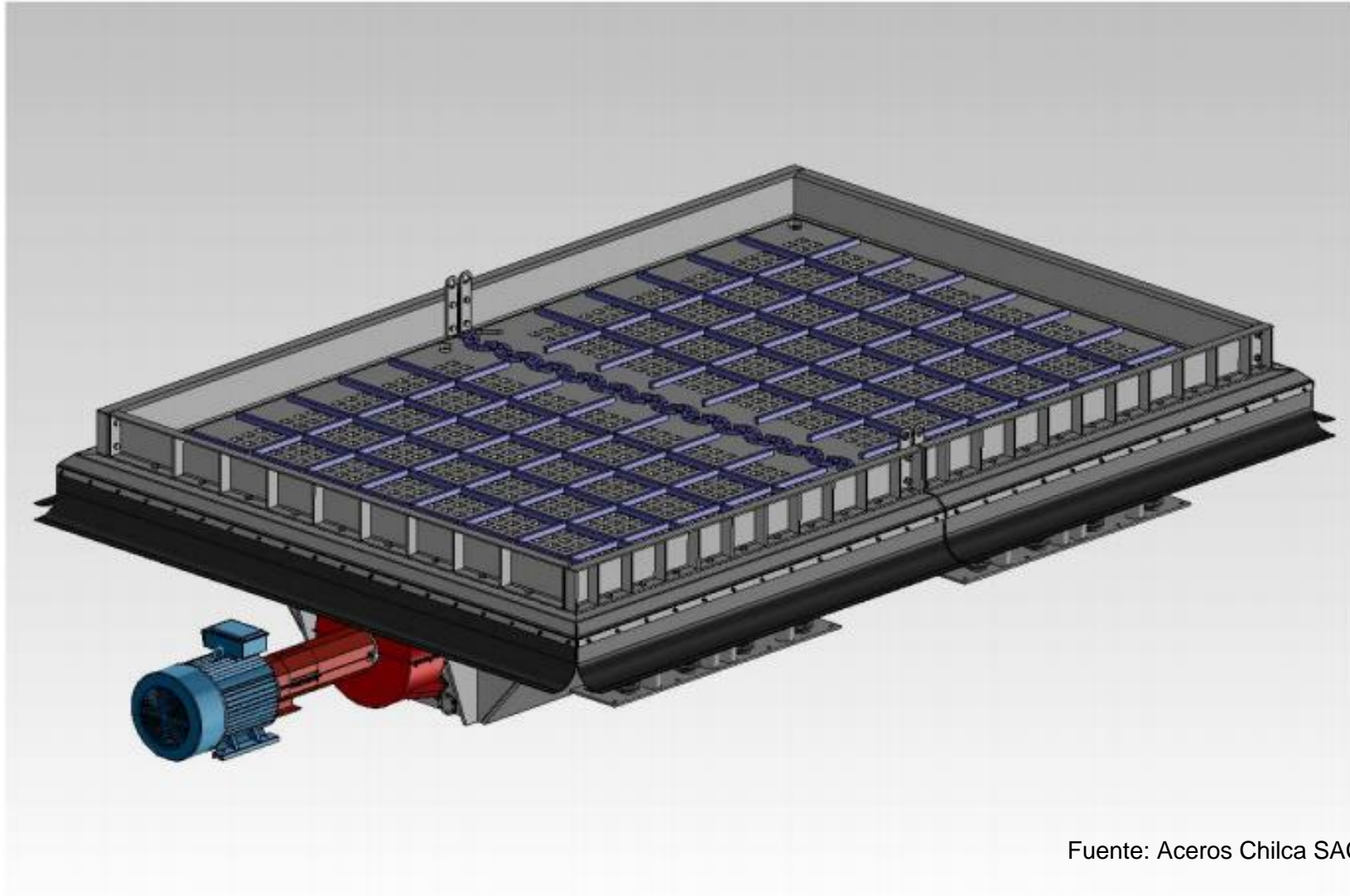


Fuente: Aceros Chilca SAC



Anexo N° 08

Zaranda desmoldeadora



Fuente: Aceros Chilca SAC

MEPSA				REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO, SIMULACRO Y OTROS		SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	
Código SPI FOR 010			Version 05			Página 1 de 1	
Fecha de aprobación: 18.01.2021							
DATOS DEL EMPLEADOR							
1. RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	2. RUC	3. DOMICILIO (Distrito, distrito, departamento, provincia)		4. ACTIVIDAD ECONÓMICA (Código, Título de la actividad)		5. N° DE ASESORIA EN EL CENTRO LABORAL	
ACEROS CHILCA SAC	70538378307						
MARCAR (X)							
6. INDUCCIÓN		7. CAPACITACIÓN		8. ENTRENAMIENTO		9. SIMULACRO (Aplica para OEA y SIMA)	10. OTROS (Especificar actividad)
10. MODALIDAD PRESENCIAL			11. MODALIDAD VIRTUAL			12. MODALIDAD MIXTA (semi-presencial)	
* En modalidad virtual o mixta, como equivalente a las firmas, adjuntar evidencias: Capturas de la clase virtual, registro de notas y/o certificados							
13. TEMA		CARTAS DE BUENAS PRÁCTICAS DE LUBRICACIÓN					
14. FECHA							
15. NOMBRE DEL CAPACITADOR (ES) O ENTRENADOR (ES)		GONCARLO YANEZ IGLESIAS					
16. N° HORAS		HORA DE INICIO		HORA DE FIN			
17. NOMBRES Y APELLIDOS		18. DNI	19. ÁREA	20. FIRMA	21. OBSERVACIONES		
Jonathan Coro Hu. Naca		7134	Manito	[Firma]			
ERICK SOTelo Guadalupe		7535	Manito	[Firma]			
ROVICHOCUA CAPCHO MARCO JUAN		7195	Piezas Moldeo	[Firma]			
Huaytalla De la Cruz Jean Franko		7548	Laminado	[Firma]			
Jorge Alfredo Larzo C.		7302	Moldeo	[Firma]			
LUIS ALBERTO SUSNABAR TONOS		1937	Manito	[Firma]			
Jose Luis MANTENIDOS PORRAS		9981	Manito	[Firma]			
Luis Angel Arellano		7405 41571031	Manito	[Firma]			
Eduardo YANEZ ZOLA		5401	Manito	[Firma]			
BECKER Orellana MASACCE		6793	Manito	[Firma]			
Escar Baldeom Huaccho		45979951		[Firma]			
Percy. n Goluzz. D		44310152	Manito	[Firma]			
Hans Samaniego		45445602	Manito	[Firma]			
Rafael Amparo CASTAÑEDA		43270057	Manito	[Firma]			
Richard Gutierrez Aspilcueta		10220728	Manito	[Firma]			
16. RESPONSABLES DEL REGISTRO							
Nombre:		Ernstman Colluch Colluch					
Cargo:		Coordinador de mantenimiento					
Fecha:		02 de setiembre del 2021					
Firma:		[Firma]					

Anexo N° 10



Fuente: Aceros Chilca SAC