



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Plan de mejora en la eficiencia global de los equipos de una
empresa de agregados Piura, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTOR:

Bach. Julca Cubas, Efrain ([ORCID.ORG/ 0000-0002-9846-5812](https://orcid.org/0000-0002-9846-5812))

ASESOR:

DR. Linares Lujan, Guillermo Alberto (ORCID.ORG/0000-0003-3889-4831) DR.

Arana González, Jorge Roger (ORCID.ORG/0000-0002-0307-5900)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación con todo cariño y amor a mis padres y familia, por su apoyo incondicional.

Agradecimiento

A Dios por guiarme en la vida y a esta casa de estudios superiores, por toda la fascinante experiencia estudiantil.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tabla	vi
Índice de figuras	vii
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
Tipo de investigación.....	12
Diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización	13
Variable 1:.....	13
Propuesta de mejora en la disponibilidad, tasa de calidad y eficiencia de los equipos de una empresa de agregados. Estas variables son las componentes del OEE.....	13
Variable 2	13
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	13
Población	13
Criterio de inclusión.....	13
Criterios de exclusión	13
Muestra	13
Muestreo	13
Unidad de análisis	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
Técnica.....	13
Instrumentos.....	13
Validez	14
3.5. Procedimientos.....	14
3.6. Método de análisis de datos	15
3.7. Aspectos éticos	16

IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN	47
VI. CONCLUSIONES.....	52
VII. RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS	61

Índice de tabla

Tabla 1.	Listado de expertos	14
Tabla 2.	Coeficientes del Alfa de Cronbach en los instrumentos	14
Tabla 3.	Indicadores de mantenimiento de la chancadora de quijadas.....	26
Tabla 4.	Indicadores de mantenimiento de la chancadora cónica Pegson.....	26
Tabla 5.	Indicadores de mantenimiento de la zaranda primaria Simplicity	27
Tabla 6.	Resumen de indicadores de mantenimiento	27
Tabla 7.	Puntaje para frecuencias	28
Tabla 8.	Puntaje para seguridad y medio ambiente.....	29
Tabla 9.	Puntaje para Aseguramiento de la Calidad.....	29
Tabla 10.	Puntaje para costos de reparación	29
Tabla 11.	Puntaje para el nivel de producción.....	30
Tabla 12.	Tiempo medio de reparación	30
Tabla 13.	Escala de valores de criticidad	30
Tabla 14.	Rangos del NPR.....	32
Tabla 15.	Matriz AMEF del anillo cónico y mantle	33
Tabla 16.	Matriz AMEF de la excéntrica de la chancadora	33
Tabla 17.	Matriz AMEF del eje principal de la chancadora cónica.....	34
Tabla 18.	Matriz AMEF del motor de la chancadora cónica.....	34
Tabla 19.	Matriz AMEF del sistema de lubricación general	35
Tabla 20.	Matriz AMEF del tablero de arranque y pare	35
Tabla 21.	Cronograma del plan de mantenimiento preventivo de chancadora Pegson.....	36
Tabla 22.	Resumen del resultado comparativo de la propuesta	44

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de la cantera.....	17
Figura 2. Chancadora de quijadas	18
Figura 3. Chancadora cónica.....	18
Figura 4. Zaranda vibratoria.....	19
Figura 5. Criba de zaranda	19
Figura 6. Faja transportadora industrial	20
Figura 7. Flujo del proceso de chancado y selección	22
Figura 8. Diagrama de Ishikawa	23
Figura 9. Esquema de preparación del plan de mantenimiento.....	25
Figura 10. Matriz de criticidad.....	31
Figura 11. Sistema Andon	38
Figura 12. Bulkscan	39
Figura 13. Control de llenado de tolva	40
Figura 14. Reloj receptor del mensaje de emergencia	41
Figura 15. Flujo de material entre máquinas	42

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo general, determinar el impacto de la propuesta de mejora en la Eficiencia Global de los Equipos de la empresa de agregados RANTON S.A.C., mediante el uso de herramientas de ingeniería industrial, para atender el deficiente mantenimiento preventivo, la falta de señal de ayuda visual entre etapas y la falta de capacitación. Planteado el problema, objetivos, hipótesis y variables, se hizo uso de un plan de mantenimiento preventivo, matriz AMEF, la herramienta ANDON y capacitación, dichas propuestas de mejora se aplicaron a cada una de las causas raíz que presentaba la empresa mediante el diagrama Ishikawa. Las propuestas de mejora se basaron en la implementación de herramientas de ingeniería industrial, implementando dichas mejoras, se incrementará el OEE de 57% a 77%. Estos indicadores demuestran la conveniencia de la propuesta.

Palabras clave: OEE, AMEF, Andon, Plan Mantenimiento Preventivo, capacitación.

Abstract

The general objective of this work is to determine the impact of the improvement proposal on the Global Efficiency of the Equipment of the aggregate company RANTON S.A.C., through the use of industrial engineering tools, to address poor preventive maintenance, the lack of visual aid signal between stages and lack of training. Raised the problem, objectives, hypotheses and variables, a preventive maintenance plan, AMEF matrix, the ANDON tool and training were used, these improvement proposals were applied to each of the root causes presented by the company through the Ishikawa diagram. The improvement proposals were based on the implementation of industrial engineering tools, implementing these improvements, the OEE will increase from 57% to 77%. These indicators demonstrate the desirability of the proposal.

Keywords: OEE, AMEF, Andon, Preventive Maintenance Plan, training.

I. INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de agregados, se está haciendo referencia a cualquier mezcla de arena, grava o roca, triturada en estado natural o procesado con máquinas eléctricas mecánicas. Que generalmente se encuentran disponibles en ríos y valles, donde han sido depositados naturalmente por las corrientes de las aguas.

La diferencia básica entre los áridos (arenas y gravas), es el tamaño del grano de estos. Normalmente las granimetrías entre 1/16 y 5 mm se denominan arenas, y las de mayor tamaño se denominan grava.

Las rocas encontradas en las canteras se pueden clasificar como agregados naturales zarandeados y los agregados triturados (Construval Ingeniería, 2020).

De esta última, se tratará en la presente tesis, pues se han detectado algunas oportunidades de mejora.

Su uso principal es la fabricación de concreto premezclado y asfalto, para la construcción de edificaciones y carreteras.

La empresa alemana Heidelberg Cement AG es el mayor productor de áridos del mundo, el 2º en producción de cemento Portland y el 3º en producción de hormigón premezclado. El grupo está presente en 60 países, emplea a 60.000 empleados y 3.000 obras de construcción, con 139 plantas de cemento, una capacidad de producción de 125,7 millones de toneladas de cemento al año, más de 1.500 plantas de hormigón premezclado y más de 600 complejos. En 2017 generó unas ventas de 17.300 millones de euros y un beneficio neto de 1058 millones de euros (Heidelberg Cement Group, 2022).

El sector construcción crecería solo 1.9% en contraste al 34.7% que se registró en el 2021, por diversos motivos de coyuntura, como la ausencia de ingresos del retiro de AFP, CTS que, en su momento, permitía, que las familias realicen, por ejemplo, ampliaciones de sus viviendas, situación que este año, se vería reducida (De la Vega, 2021). Sin embargo, se prevé, que la adjudicación de nuevos proyectos de gran envergadura y la continuación de los ya existentes, seguirán

siendo el motor del crecimiento del sector construcción.

Dado su importante rol en este sector, esta situación constituye una oportunidad de negocio, para las empresas fabricantes de agregados para la construcción. También un reto, pues dependerá que puedan incrementar su eficiencia.

La empresa en la que se realiza la presente tesis, es una planta procesadora de agregados, ubicado en carretera Sullana Paita Km. 15, localidad de Sojo, distrito Miguel Checa, provincia de Sullana y departamento de Piura, desde donde abastece a una de las empresas del grupo Pacasmayo (concretos pre mezclado y prefabricados), DINO SRL, su principal cliente.

La cantera queda a 10 minutos de la planta, desde donde un volquete de 20 M³, lleva las piedras para iniciar el proceso del agregado. Como la velocidad de la chancadora primaria es muy variable; siendo lo conveniente que opere a un flujo constante que le permita tener su mejor productividad; hay ocasiones en que el volquete debe esperar para cargar la tolva o se regresa al punto de origen, para hacer otras tareas de acopio, causando vacíos que paran la producción.

No existe un procedimiento escrito de las rutinas que debe cumplir el volquete ni, algún dispositivo que advierta la necesidad de material en la línea.

Las lecturas del odómetro de la Chancadora, registran un promedio 8.1 horas de paralización mensual, equivalente a 3.2% del tiempo disponible, por falta de material.

Su demanda mensual potencial es 9,900 toneladas, cifra que difícilmente consiguen obtener, con 10 horas de trabajo diarias. Actualmente su productividad horaria es 35 toneladas, no obstante que, según el catálogo del fabricante de las máquinas, debería procesar 48 toneladas por hora, que es el cuello de botella del flujo y lo determina la capacidad de la zaranda secundaria. Ello determina que la velocidad de producción – o su eficiencia - de máquina sea 72.9% de lo esperado.

La maquinaria está sometida continuamente a un duro trabajo, que

demanda atención frecuente del mecánico, quien realiza básicamente, mantenimiento correctivo. Cuando se suscitan paradas o la falla es inminente, recién interviene.

Es importante consignar que, en inspección realizada a solicitud de la gerencia, cuyo informe obra en anexos de esta tesis, se advierte que no se encontró al técnico de mantenimiento asignado a la planta de chancado, quien, además, no cuenta con todas las herramientas necesarias.

Se detectó que no se había venido cumpliendo con la inspección diaria del *checklist* de planta, ni con el engrase y verificación de fugas. Tampoco con la regulación de cuñas y mantos de las chancadoras, ni con la revisión del sistema eléctrico e hidráulico.

Estas omisiones, afectaron el buen funcionamiento de las máquinas, determinándose que el Tiempo Medio entre Fallas es menos de 153 horas y el tiempo medio de reparación, MTTR, 8 horas.

Esta situación, influyó directamente en que la disponibilidad de la planta sea 82%.

El material puede tener características físicas, que dificultan su uso. Puede tener una resistencia al desgaste muy alta – más que la especificada – lo que lo hace muy duro y de más lento procesamiento, reduciendo con ello la performance de la línea.

En su defecto, puede venir con poca dureza, que el chancarla, genera grano fino, de poco uso y valor para el proceso.

Ambas situaciones, debidas a la falta de capacitación del personal encargado de muestrear el material y de los operarios que realizan el acarreo, y que se pueden considerar como costos de calidad, marcan una tasa de calidad de 93%.

De acuerdo a estos, la Eficiencia Global de los equipos, OEE, de la planta es $72.9\% \times 87\% \times 93\%$, o sea 56%, catalogada como inaceptable por su baja competitividad.

La formulación del problema de investigación se planteó mediante la siguiente pregunta: ¿cuál será la relación de la propuesta de un plan de mejora en la elaboración de agregados para concreto

premezclados, y la eficiencia global de una planta procesadora?

Conforme lo establecido, el objetivo general de la investigación fue: determinar la relación que existe entre una propuesta entre un plan de mejora y eficiencia global de una planta procesadora de agregados.

Los objetivos específicos fueron: 1) Describir la empresa y su producto, 2) describir el flujo del proceso actual de producción, 3) identificar las causas raíz de la baja eficiencia global, 4) proponer un plan de mejora en el proceso de elaboración de agregados para concreto premezclados, y 5) proyectar la eficiencia global con la propuesta.

La hipótesis general planteada en el presente estudio considera que la propuesta de mejora en la elaboración de agregados incrementa la eficiencia Global de los Equipos de una planta procesadora de agregados.

II. MARCO TEÓRICO

Hoy en día, el término Lean Manufacturing es muy utilizado en la industria por su filosofía de excelencia en la fabricación y porque las empresas buscan constantemente herramientas y tecnologías que les permitan aumentar su competitividad en el mundo académico. A finales del siglo XIX, la primera idea de Lean Manufacturing apareció en Japón de la mano de Sakishi Toyoda, fundador de Toyota. Después de la crisis del petróleo de 1973, Toyota se distinguió por su sistema JIT o TPS mientras que muchas empresas japonesas sufrieron pérdidas. Después de eso, el gobierno japonés impulsó la expansión del modelo Toyota a otras empresas y la industria japonesa comenzó a desarrollar su ventaja competitiva. No fue hasta principios de la década de 1990 que el modelo japonés llegó a Occidente en una publicación de Warnack, Jones y Ross llamada La máquina que cambió el mundo. Allí se explican las características de un nuevo sistema productivo que aúna eficiencia, flexibilidad y calidad, y se utiliza por primera vez el concepto de manufactura esbelta (Ibarra y Ballesteros, 2017).

Lean Manufacturing utiliza menos de todo y, en comparación con la producción en masa tradicional, utiliza la mitad del espacio de producción, la mitad de la inversión en herramientas y la mitad de la hora de ingeniería para desarrollar un nuevo producto. Además, requiere que menos de la mitad del inventario requerido se mantenga en la fábrica, lo que da como resultado menos defectos y una mayor variedad de productos. Estas son algunas de sus estrategias que justifican su implementación (Ibarra y Ballesteros, 2017).

El Sistema Andón es una de las herramientas para la manufactura esbelta. En japonés, Andon significa “señal” o “linterna”.

Es una ayuda visual que alerta y resalta dónde es necesario tomar medidas. Andon es un principio y también una herramienta popular para aplicar los principios de Jidoka en la producción ajustada: Jidoka también se conoce como "autocontrol", lo que significa que mencionar un problema, cuando surge, debe brindar soluciones inmediatas y acciones para evitarlo. segundo. Andon generalmente se activa con

solo tocar un botón, lo que detiene automáticamente la producción para que el equipo pueda recopilar información, aplicar PDCA y análisis de causa raíz, y luego aplicar rápidamente acciones correctivas. Las luces de advertencia están integradas en un panel de control fácil de ver que también identifica un área o estación de trabajo con problemas específicos. La frecuencia y naturaleza de estos problemas episódicos se analizan como parte del programa de mejora continua de Toyota (Perez, 2020).

Los operadores utilizan el sistema Andon para informar posibles problemas o interrupciones en la línea de montaje. También se puede utilizar para informar al personal de materiales, mantenimiento y fabricación sobre las necesidades de producción, los problemas del equipo, el tiempo de inactividad y más. (Ibarra y Ballesteros, 2017). Un ejemplo de colores típicos podría ser: blanco, de fábrica en condiciones normales; rojo, calidad del efecto; Ámbar, no disponible con algunos ingredientes y el color azul, problemas de mantenimiento (Pérez, 2020). Por otro lado, para la gestión del mantenimiento, es un conjunto de actividades encaminadas a garantizar la continuidad de la operación, evitando retrasos en el proceso por mal funcionamiento de las máquinas y equipos.

La gestión del mantenimiento es importante porque ayuda a reducir costos al optimizar el uso de materiales y mano de obra. Para ello, es necesario considerar el modelo organizativo que mejor se adapte a las características de cada empresa. También debe analizar el impacto de cada equipo en el desempeño de su empresa para que la mayor cantidad de recursos se asigne a los equipos más influyentes. También se debe investigar el consumo y almacenamiento de los materiales utilizados para el mantenimiento. La disponibilidad de la planta debe aumentarse en la medida en que la falta de disponibilidad no afecte los programas de producción, si no tanto como sea posible (BSG Institute, 2022).

Un plan de mantenimiento es un conjunto de intervenciones o acciones preventivas a realizar sobre los activos de los equipos o instalaciones, en base a procedimientos de mantenimiento para cada

tipo de activo, con el fin de cumplir los objetivos de disponibilidad, confiabilidad, costo y por lo tanto longevidad. La vida útil del equipo. El buen mantenimiento de protección le permite evitar dispositivos de dispositivos antes de que no lo sean (Eurofins, 2021).

El plan de mantenimiento consta de tres tipos de actividades: las actividades diarias se llevan a cabo diariamente y a menudo son implementados por el equipo operativo, las actividades se planifican durante todo el año y las actividades se llevan a cabo en la planificación de disposiciones (IIM, 2020).

Los objetivos del plan de mantenimiento de prevención son los siguientes: reducir el procedimiento para superar los costos de mantenimiento y reducir los costos de mantenimiento y repararlos, aumentando el uso de máquinas, ampliando el uso del dispositivo, aumentando la productividad de las máquinas y operadores, evitando la pérdida de materias primas, reduciendo el riesgo de accidente en el lugar de trabajo (Sernegu, 2018).

La matriz AMFE o el análisis del método de errores y efectos es un método utilizado para estimar y predecir la posible falla del producto en la fase de diseño. Tiene el propósito de combinar el comienzo, todos los componentes y funciones del producto que garantizan la confiabilidad, la seguridad y el cumplimiento de los requisitos funcionales. Un nuevo producto. La matriz FMEA ayuda a reducir el tiempo y el costo en el desarrollo de un producto, proceso o servicio. Facilita el análisis preventivo de la posible falla potencial que podría sufrir el producto. La ocurrencia de falla genera una serie de costos adicionales al producto, como pérdida de rendimiento inesperada o falla de alguna función del producto diseñado o analizado, lo que genera una cadena de reclamos por parte de los clientes (ISOTools, 2019).

Además de las herramientas aplicadas, la capacitación del personal, es decir, cualquier actividad que se realice dentro de la organización, debe realizarse para satisfacer las necesidades de la organización, con el fin de mejorar las actitudes, conocimientos,

habilidades o comportamiento de los empleados de acuerdo con las necesidades de la organización. Centro (Vigo, 2020). Del mismo modo, la formación es un proceso que permite al formador adquirir determinados conocimientos, capaces de modificar el comportamiento de las personas y organizaciones a las que pertenecen. La formación es una herramienta que posibilita el aprendizaje y, por tanto, contribuye a modificar las actitudes de los empleados en el lugar de trabajo (Jaureguiberry, 2020).

La capacitación, aunque diseñada para mejorar la productividad organizacional, tiene importantes implicaciones sociales. Los conocimientos, destrezas y habilidades que cada persona adquiera lo dominarán no solo para su trabajo sino también para su vida. Son la forma más eficaz de protección del trabajador, en primer lugar, porque si un puesto de trabajo queda vacante dentro de la organización, se puede promocionar internamente mediante la promoción; Y si el trabajador renuncia, cuanto más se capacite, más fácil le resultará encontrar un nuevo trabajo. Las actividades de promoción, transferencia y capacitación son un factor importante en la motivación y retención de los empleados. Muestran a las personas que en esta empresa pueden desarrollar una carrera o alcanzar un nivel de conocimiento que les permita tener una “trabajabilidad” permanente (Figo, 2020).

La capacitación se convierte en una necesidad cuando existe una brecha de desempeño, es decir, una brecha que impide, dificulta o retrasa el logro de las metas, objetivos y metas de la organización y esto se debe al desarrollo de las actividades del empleado. Los nuevos conocimientos siempre implican nuevas responsabilidades en cada acción inherente al rol que se desarrolla en la organización. Estas nuevas responsabilidades a menudo se asocian con el conocimiento del conocimiento de aquellos que pueden tomar decisiones, y aquellos que han sido entrenados por (JaucregueBerry, 2020).

Entre las búsquedas más detalladas de información y aportes a nivel internacional se encuentra una encuesta realizada en México

por Chacaltana y García (2001), en su investigación “Reforma Laboral, empleo, capacitación y productividad”, de la OIT, la OIT afirma que la teoría económica Standard predice que los empleadores están más inclinados a invertir en capacitar a sus trabajadores, siempre que obtengan un retorno de esa inversión. También argumentan que, si bien las empresas esperan que estas ganancias se traduzcan en una mayor productividad, se espera que las ganancias mejoren por parte de los trabajadores. Por otro lado, en el modelo matemático que los autores utilizaron para correlacionar la capacitación con la productividad, notan que su coeficiente es estadísticamente significativo y es igual a 0,253, lo que indica que las empresas mineras crean un 25,3% más de valor agregado que las empresas que no están capacitadas.

Incluye la aplicación de la metodología MCC a maquinaria en la industria textil, incluyendo análisis de significación, FMEA, técnica de Pareto y método de ruta crítica (CPM); Preciso que la organización utiliza mantenimiento predictivo en un 19%, programado en un 27% y remedial en un 34%. Se considera inadecuado en términos de escala de calificación y matriz de severidad. La propuesta está diseñada pensando en tareas de reducción de daños según el tipo de mantenimiento elegido (Blanco y Duque, 2018).

Martínez (2020) en su artículo científico “El sistema Andon como herramienta esencial para reducir el tipo de reacción y elimina errores de línea de placa”, en México, para implementar el sistema ANDON, mediante la identificación de problemas que afectan la producción, con el objetivo de reducir el tiempo de respuesta en la placa. línea, lo que permite a los trabajadores interactuar Una forma sencilla de resolver los problemas que surgen durante la jornada de trabajo a medida que surgen. Este proyecto contribuyó a la mejora continua de la línea de tableros de control, además de

cambiar la filosofía de operación de los operadores. De esta forma, se elimina un total de 110,24 horas sin valor añadido al proceso y se incrementa el tiempo de respuesta de forma sistemática y fluida. Una reducción del 58,82% en el número de palets rechazados, lo que se traduce en una operación más fiable y de calidad. Adicionalmente, la producción aumentó un 32,12% (1.581 tarimas), resultando en una utilidad de \$4.315,43. Por otro lado, a nivel nacional, se encuentra la tesis de Chacón (2020) titulada “Plan de Mantenimiento Preventivo para Incrementar la Productividad de Equipos de Chancado Secundario en una Empresa Minera”, a través de la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo y empresarial que incrementó la productividad en 4,57%, por reducción de horas de reparación Mal funcionamiento de los equipos. También existe una encuesta de Alban (2017) titulada “Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo Centrado en la Confiabilidad en la Empresa Construcciones Reyes S.R.L. para Incrementar la Productividad”, en la cual luego de implementar un plan de mantenimiento preventivo se reduce el número de minutos de inactividad. 97.81%, frecuencia de fallas 81.43%, costo de falla mecánica disminuyó 75.14%, producción total aumentó a 7,153 productos, ingresos aumentaron a £3,699,401, dinero no recibido disminuyó al fondo S/. 48803.21. Los indicadores de productividad fueron evaluados continuamente después de la implementación del plan, ya que la productividad de las horas de trabajo aumentó en 0,027, los insumos en 0,76 y las materias primas en 0,145. Finalmente, se elaboró un análisis de costo-beneficio del plan, resultando que la empresa obtuvo una utilidad de 0,76 centavos por cada terreno invertido. De igual manera, existe una encuesta de Ccoyo (2021) titulada “Plan de Mantenimiento Preventivo Recomendado para Máquinas de Inversiones Millma Perú S.A.,

Optimización de Operaciones de Mantenimiento y Optimización de Programación de Trabajos de Mantenimiento Basado en MP Software Versión 10. Se concluye que la propuesta proporciona una orientación adecuada para la gestión del mantenimiento.

La inspección mostró 5 máquinas con valores de alarma, entre el 85% y el 90% de las veces; Tres máquinas tienen un nivel crítico alto y el VAN es de S/. 368.146,21, TIR 80% y periodo de recuperación 0,84; Es un proyecto económicamente viable. Después de revisar los artículos de teoría y fundamentos científicos, se puede decir que el sistema y el plan de mantenimiento preventivo de Andon son aplicables en varios campos, instituciones y continentes. Sirve como base para la solución de problemas y el aumento de la productividad en las empresas.

III. METODOLOGÍA

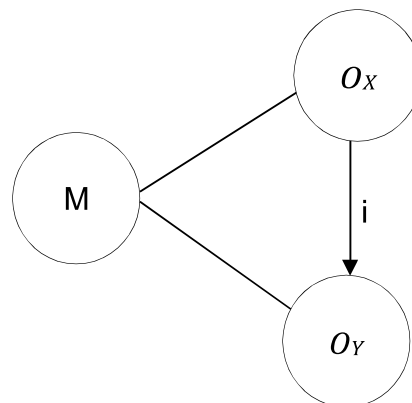
3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Según su finalidad, la investigación es de tipo No Experimental, correlacional., Significa que los investigadores no necesitan manipular las variables con una metodología científica para estar de acuerdo o no con una hipótesis. El investigador no manipula deliberadamente la variable independiente y muestra los fenómenos tal como son (Hernandez, 2018).

Diseño de investigación

El diseño del estudio es no experimental, debido a que no se tiene control sobre las variables y no se manipulan, es de corte transversal, donde se analiza el efecto en un solo momento. Dado su alcance, es causal, ya que busca el grado de asociación entre variables y se involucra en explicaciones causales (Hernández & Mendoza, 2018).



Donde:

M: Muestra

O_x : Propuesta de mejora en la elaboración de agregados

O_y : Eficiencia Global de los equipos OEE

i: Incidencia de la propuesta de mejora en la elaboración de agregados sobre la eficiencia operacional

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1:

Propuesta de mejora en la disponibilidad, tasa de calidad y eficiencia de los equipos de una empresa de agregados. Estas variables son las componentes del OEE.

Variable 2

Eficiencia global de los equipos, OEE, de la empresa de agregados

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población

La investigación tuvo como fin estudiar los procesos de la empresa RANTON S.A.C., fabricante de agregados.

Criterio de inclusión

Todos los procesos para producir agregados

Criterios de exclusión

No incluye el proceso del transporte a clientes

Muestra

La muestra es el proceso de fabricación de los agregados

Muestreo

Muestreo censal con información de 12 meses.

Unidad de análisis

Se consideró el proceso de producción de agregados triturados y zarandeados

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

El investigador aplicó la encuesta a personal administrativo, para determinar el entorno en que se desarrolla las operaciones de la planta y conocer los probables motivos que afectan el nivel de cumplimiento del programa de producción e identificar oportunidades de mejora.

Instrumentos

Se utilizó un cuestionario compuesto por 10 ítems, mediante una escala de

Likert para estudiar a la variable implementación del proceso de selección de personal.

Validez

La validez de los instrumentos estuvo a cargo de tres profesionales expertos en producción y logística, quienes evaluaron los enunciados de los cuestionarios.

Tabla 1.
Listado de expertos

Experto	Especialidad
Ing. Ramiro Mas McGowen	Producción
Ing. Alfredo Valdiviezo Còrdova	Logística
Ing. Danko Miskulin Jimenez	Procesos de producción

Confiabilidad

La investigación aplicó el coeficiente de Alfa de Cronbach para determinar el nivel de la consistencia de los instrumentos desarrollados, variabilidad total y homogeneidad. Se realizó una prueba piloto a cuatro empleados administrativos, para validar de los instrumentos.

Tabla 2.
Coeficientes del Alfa de Cronbach en los instrumentos

Instrumento	Alfa de Cronbach	Nivel de consistencia
<u>Cuestionario a directivos</u>	<u>0,684</u>	Fiable

3.5. Procedimientos

Para comenzar con este estudio se solicitó la autorización de la empresa. En primer lugar, se aplicó el cuestionario piloto a fin de garantizar la confiabilidad de los instrumentos.

Para la evaluación del proceso productivo, se procedió a utilizar los

instrumentos de acuerdo con el tamaño de la población y muestra establecida. Luego se analizó la información y se concluyó, después de contrastar la discusión con los antecedentes.

En primer lugar, se evaluó la rutina de operación de la línea de chancado, para determinar las actividades, que, por no ser debidamente atendidas, se incurre en reducción de productividad y exceso de piedra chancada fina, de menor valor económico para la empresa.

La empresa tiene mucha experiencia en este rubro y esto le permite, tomar decisiones correctas, respecto a la calidad y características físico químicas del material que se extrae de la cantera. Un cálculo erróneo, significará lentitud en el proceso o exceso de material de menor valor.

El transporte de la cantera a la línea de chancado, obliga a las dos unidades que lo realizan: el camión y el cargador frontal, a estar en constante movimiento. Más aún, porque también realizan otras labores complementarias. Es necesario evaluar propuestas que permitan que este proceso sea fluido. Por un lado, que no haya desabastecimiento a la tolva, pero que tampoco, se queden esperando que haya necesidad de cargarla.

Se revisó el funcionamiento de cada uno de los equipos, en función de la granulometría de las piedras que se alimentaban, haciéndose evidente que la eficiencia del flujo está directamente relacionada a la gradiente, entre la de antes y la después al chancado.

3.6. Método de análisis de datos

En la presente investigación se realizó el análisis de la información mediante hojas de cálculo de Excel.

Se determinaron los indicadores de la gestión de mantenimiento, basados en promedios de los dos últimos meses de año. Información que se construyó con registros informales del operario y en los odómetros de la maquinaria.

De esta manera, se determinó que el tiempo medio entre fallas, MTBF, fue de tres días y siete horas o, 79 horas.

El tiempo medio de reparación, MTTR fue 4 horas.

También se calculó la criticidad de las máquinas, para priorizar aquella en la que se enfocaría esta tesis.

Se calculó que la chancadora cónica, tenía mayor criticidad que la chancadora de quijadas y las zarandas, por no tener mayores opciones, de continuar con la molienda, cuando estaría fuera de servicio.

3.7. Aspectos éticos

La encuesta examinó los principios de corrección y comportamiento aceptable en una encuesta, utilizando las normas ISO 690, edición para citas considerando el autor y año de la encuesta, tanto en términos de hecho problema, contexto y marco teórico. También se respetaron las normas contenidas en los lineamientos vigentes de la Universidad César Vallejo y, finalmente, en cuanto a los datos de los encuestados y las actuaciones de la empresa, fueron estrictamente confidenciales.

Se deja constancia, que el escrutinio del *software Turnitín*, arrojó similitudes, menores al 25%.

IV. RESULTADOS

luego de haber analizado la problemática y contrastarla con los antecedentes, para dar sustento a los hallazgos recopilados con los instrumentos de la investigación, se procede a desarrollar los objetivos de esta investigación:

Objetivo 1: Describir la empresa y su maquinaria

La planta procesadora de agregados, donde se realiza esta tesis, está ubicada en la localidad de Sojo, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana, departamento de Piura, en el norte del país, donde está ubicada la cantera que explota, sobre un área de 100 Ha., contiguo al lecho del río Chira.

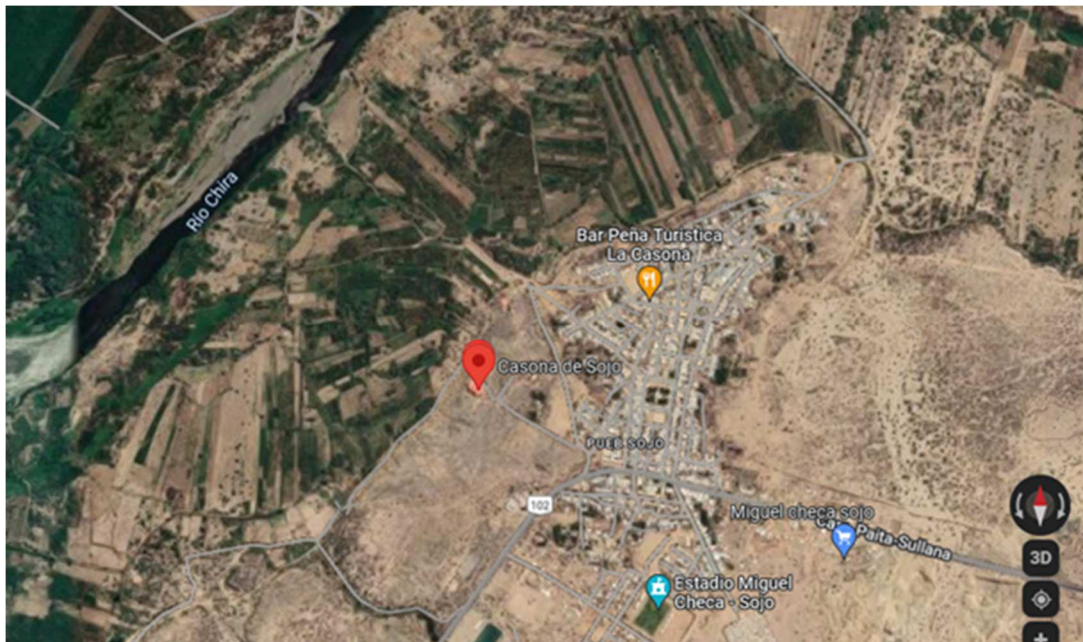


Figura 1. Ubicación de la cantera

Fuente : Google.maps

La planta de Chancado, reúne un equipo de robustas maquinarias electromecánicas industriales diseñadas para la trituración y clasificación de piedra y otros materiales o minerales.

Estas máquinas tienen su propio sistema de locomoción, lo que permite trasladarlas hasta el lugar de operaciones (sobre semirremolques).

Las principales son:

- **Chancadora primaria de quijadas (marca: Trio):** Tritura el material, para reducir su calibre drásticamente, antes de pasar a la siguiente trituración. La fractura de las rocas ocurre en la cámara de trituración, la que está compuesta de una mandíbula fija y una mandíbula móvil, ambas, protegidas con unas placas dentadas de acero al manganeso llamadas forros o mantos.

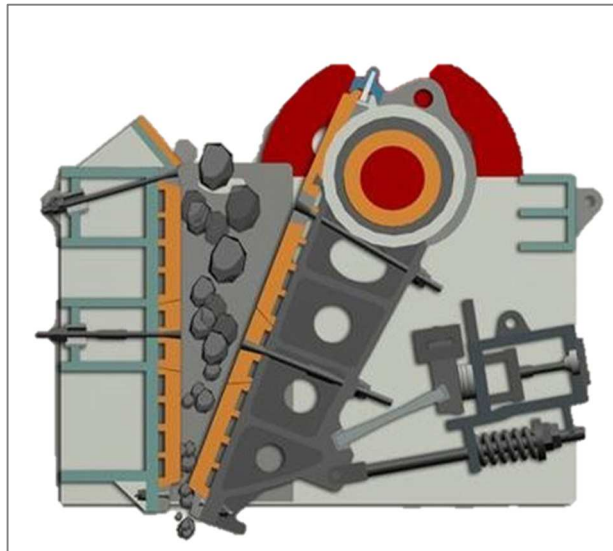


Figura 2. Chancadora de quijadas

Fuente: spanish. Alibaba.com

- **Chancadora secundaria cónica (marca: Pegson).**
Las piedras entran en una cámara de trituración, que tiene un parte exterior fija y cóncava y una parte giratoria móvil, cónica, montada en el conjunto del eje excéntrico. Los dos forros son de acero al manganeso. La fragmentación del material proviene de la compresión continua que entre estos forros alrededor de la cámara. Adicionalmente, las partículas se comprimen entre sí, ayudando a que los forros tengan menor desgaste.

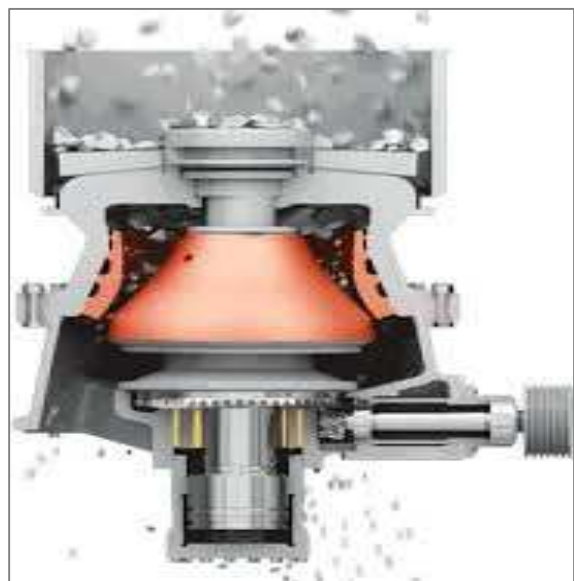


Figura 3. Chancadora cónica

Fuente: spanish.alibaba.com

- **Zarandas vibratorias:**

clasifican el material por su calibre, en fracciones de piedra y partículas de arena, aunque también puede usarse con material no procesado previamente.

Esta operación se hace a través de mallas metálicas o poliuretano que van insertadas en las cribas vibratorias. Una vez que el material esté sobre la superficie de la caja de cribado, se genera la estratificación, por efecto del movimiento vibratorio, emergiendo las partículas gruesas y hundiéndose lo fino.

La capacidad de estas máquinas, depende del flujo de alimentación; el espesor de la capa sobre la caja de cribado; su inclinación; la humedad del material y de la relación entre el tamaño de la partícula vs el diámetro de los agujeros de la criba.

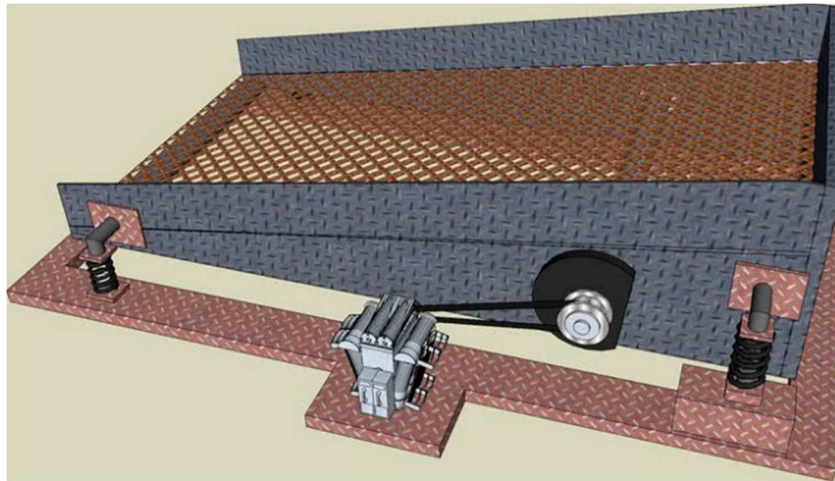


Figura 4. Zaranda vibratoria

Fuente. Recuperado de <https://3dmdb.com/>

La planta procesadora cuenta con los siguientes tipos de zarandas:

- **Zarandas vibratorias** Facsol de 6' x 12' para la pre-limpia
- **Zaranda principal** de 8' x 16'. Simplicity.

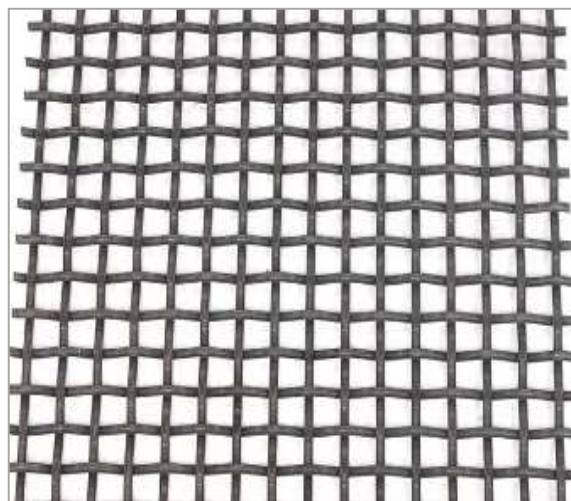


Figura 5. Criba de zaranda

Fuente : alibaba.com

Además, emplea:

- **Fajas transportadoras:**

Marca Finlay, para mover y/o trasladar los agregados, a las tolvas o pilas de acopio.

El agregado obtenido, es homogéneo según el requerimiento solicitado; poco contaminado con otros materiales y calibres; pasante a la malla 100mm, y con humedad estándar, para ser usados en las líneas de producción de concretos premezclados y bloques prefabricados de concreto.



Figura 6. Faja transportadora industrial

Objetivo 2: Describir el proceso actual de producción.

Está conformada por un conjunto de equipos de trituración y selección de piedra, apilado y transporte de agregados.

La piedra chancada en diversas medidas normalizadas, son trasladadas hacia la planta de DINO S.R. L. en Piura, para la fabricación de concreto premezclado y productos prefabricados vibro-compactados.

La producción comprometida con esta empresa, es 9,900 toneladas mensuales aproximadamente, que con la productividad promedio actual de 35 toneladas/hora, en turnos de 10 horas diarias, seis días a la semana, incumplen con frecuencia.

El proceso productivo inicia con el abastecimiento de la tolva primaria donde un cargador frontal de 3 M³ de capacidad de la cuchara o un

volquete de 20 M³, descarga el hormigón en una tolva de 25 M³.

La tolva tiene en su parte inferior, un alimentador vibratorio que dosifica la salida del hormigón, sobre una faja inclinada, que traslada el material a la zaranda *Simplicity*, donde se discrimina la arena, por exceso de finos y piedra menor de 1", quedando como producto para el proceso un agregado de 1.5" a 8", con una velocidad de hasta 45 toneladas por hora, dependiendo de la variación en granulometría.

El material seleccionado es descargado en la chancadora de quijadas donde es triturado por sus mandíbulas de acero, hasta un calibre 6" a 2.5", de manera homogénea para su uso según su granulometría, a una velocidad de hasta 60 toneladas por hora.

Seguidamente es trasladado en una faja inclinada hacia una nueva clasificación, en la zaranda secundaria *Facsol*, con 03 salidas de selección, con producto pasante de 2.5" a 1".

El material pasante continua por una etapa de zaranda de pre-limpia, donde se le retira el polvo y trozos de arcilla, que son indeseables, a un ritmo de hasta 50 toneladas por hora.

Luego, es trasladado hacia la chancadora cónica *Pegson*, donde el material es triturado en a una velocidad de 48 toneladas por hora.

Por último, es apilado, cuidadosamente, para evitar su contaminación con otros calibres, para luego ser despachado.

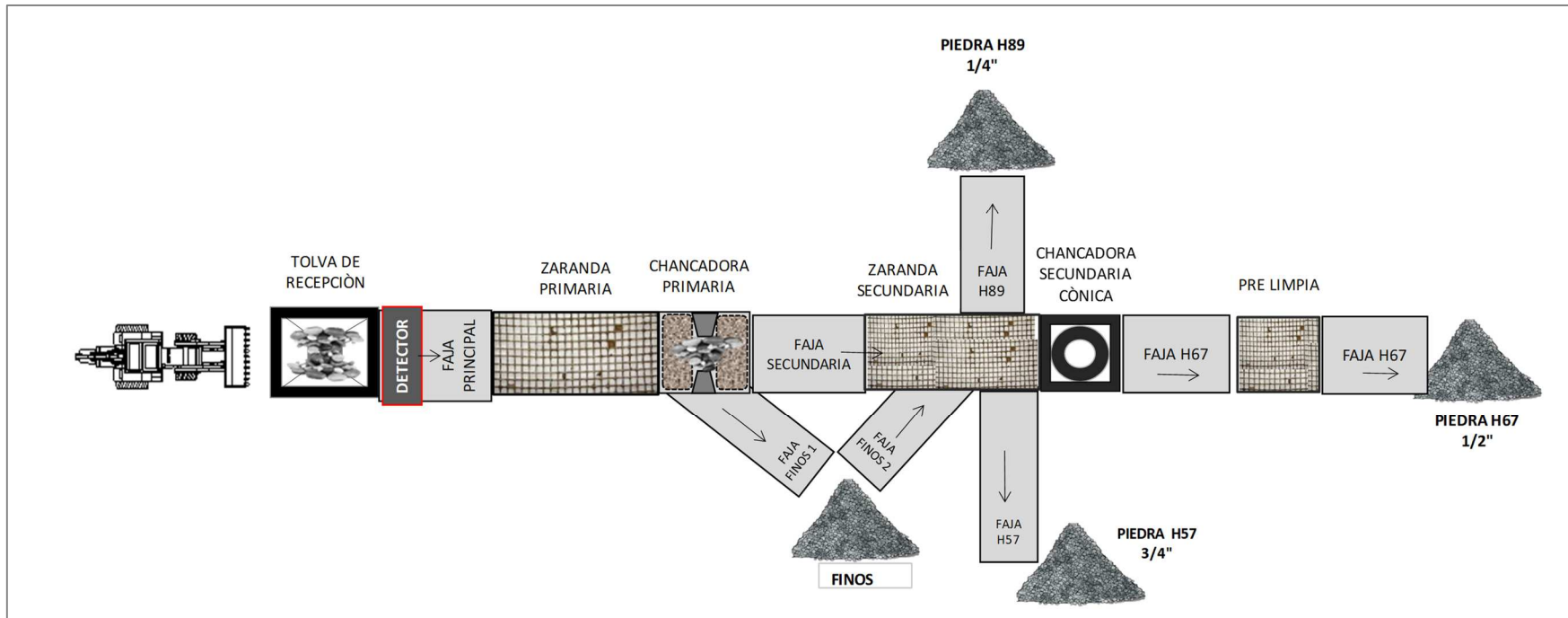


Figura 7. Flujo del proceso de chancado y selección

Fuente: Elaboración propia

Objetivo 3: Identificar las causas raíz de la baja eficiencia operativa:

Se utilizó el diagrama de Ishikawa, para identificar las causas raíz de la baja eficiencia operativa de la planta.

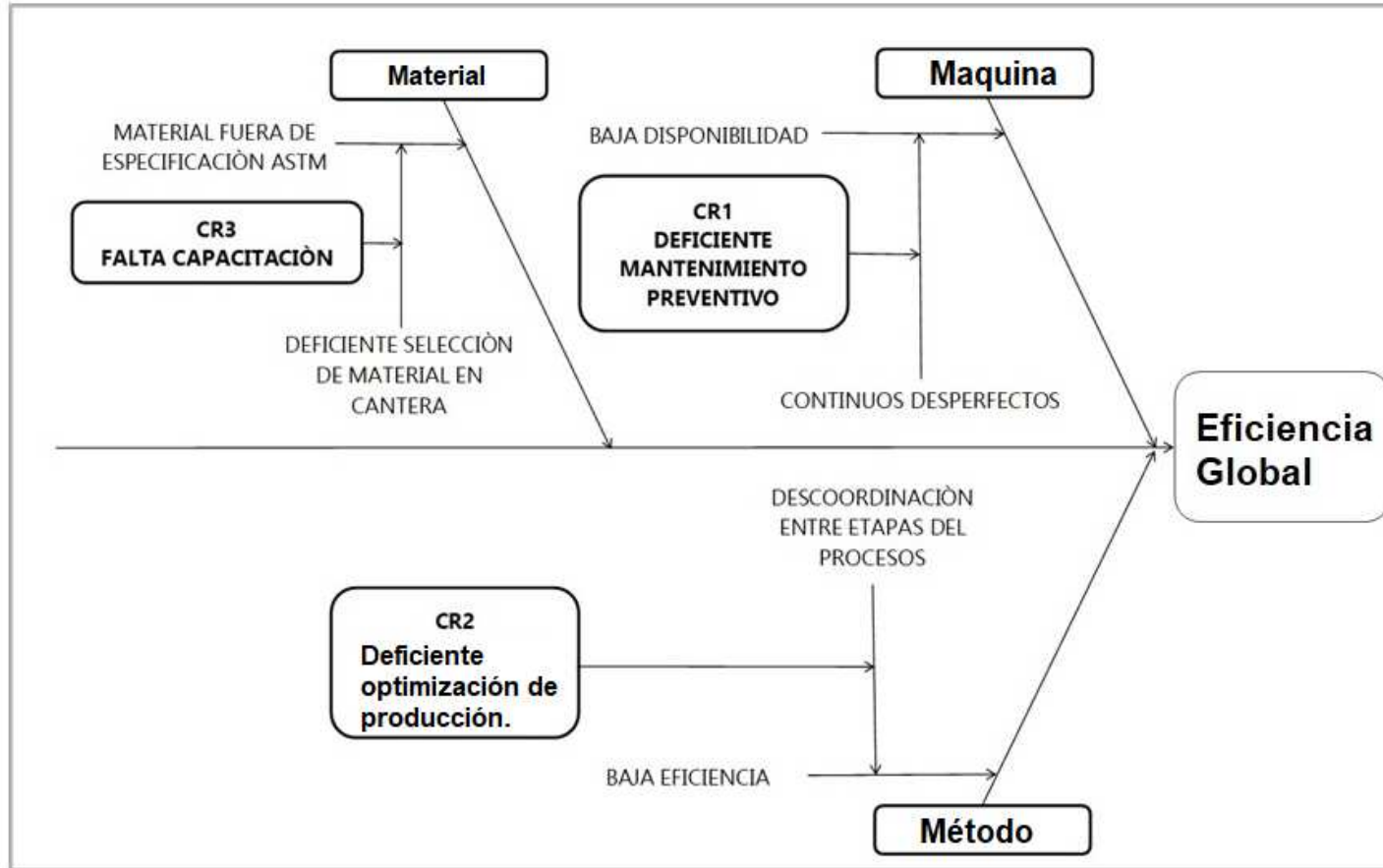


Figura 8. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Se identificaron las siguientes causas raíz, que afectan la baja eficiencia operacional de la planta de chancado.

ANÁLISIS DE ISHIKAWA,

Se ha podido identificar tres causas raíz vinculadas directamente a las tres dimensiones de la eficiencia global de la planta: Disponibilidad de equipos, eficiencia y Calidad.

Causa raíz 1: Maquina: Deficiente mantenimiento preventivo: la planta no cumple las consideraciones del fabricante de las máquinas. El mantenimiento que se les da es correctivo. Esta consecuencia afecta directamente la confiabilidad y con ello la disponibilidad de los equipos.

Causa raíz 2: Método: Deficiente Optimización de tiempos, (desabastecimiento en etapas del proceso).

Problema: Falta señal de ayuda visual entre las etapas: que permita optimizar la continuidad del proceso, manteniendo el flujo de material entre máquinas, de manera constante. Que evite desabastecimientos ni sobre alimentación, que sature las máquinas. Trayendo como consecuencia una baja eficiencia en la producción.

Causa raíz 3: Material: Falta capacitación: se necesita reforzar el conocimiento de los operarios, respecto al material que se usa y a buenas prácticas de operación de las máquinas, de modo que se pueda incrementar la calidad del producto final.

Objetivo 4: PROPONER UN PLAN DE MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL.

En base a las causas raíz encontradas y que se encuentran vinculadas a las dimensiones de la eficiencia global se procederá a describir las acciones de mejora, que forman parte del plan:

4.1. Dimensión: Baja disponibilidad de equipos

Causa raíz 1: Maquina: Deficiente mantenimiento preventivo

El indicador es la disponibilidad, medido por la ratio del tiempo efectivamente empleado, sobre el total del tiempo disponible. En la realidad problemática se menciona que el Tiempo Medio entre Fallas promedio es menos de 153 horas y el tiempo medio de reparación, MTTR, 8 horas, resultando una disponibilidad del 82%.

En su tesis, Chacón (2020), señala que, con el uso de mantenimiento preventivo, se consiguió un incremento en la productividad de 4.57%.

Este porcentaje de incremento se ha proyectado en la presente tesis, para determinar el valor que se conseguiría con la propuesta, 91.2%

Propuesta: Plan de mantenimiento preventivo.

Para preparar el plan de mantenimiento, que mejore la disponibilidad de la maquinaria de chancado de agregados, se usará el siguiente esquema

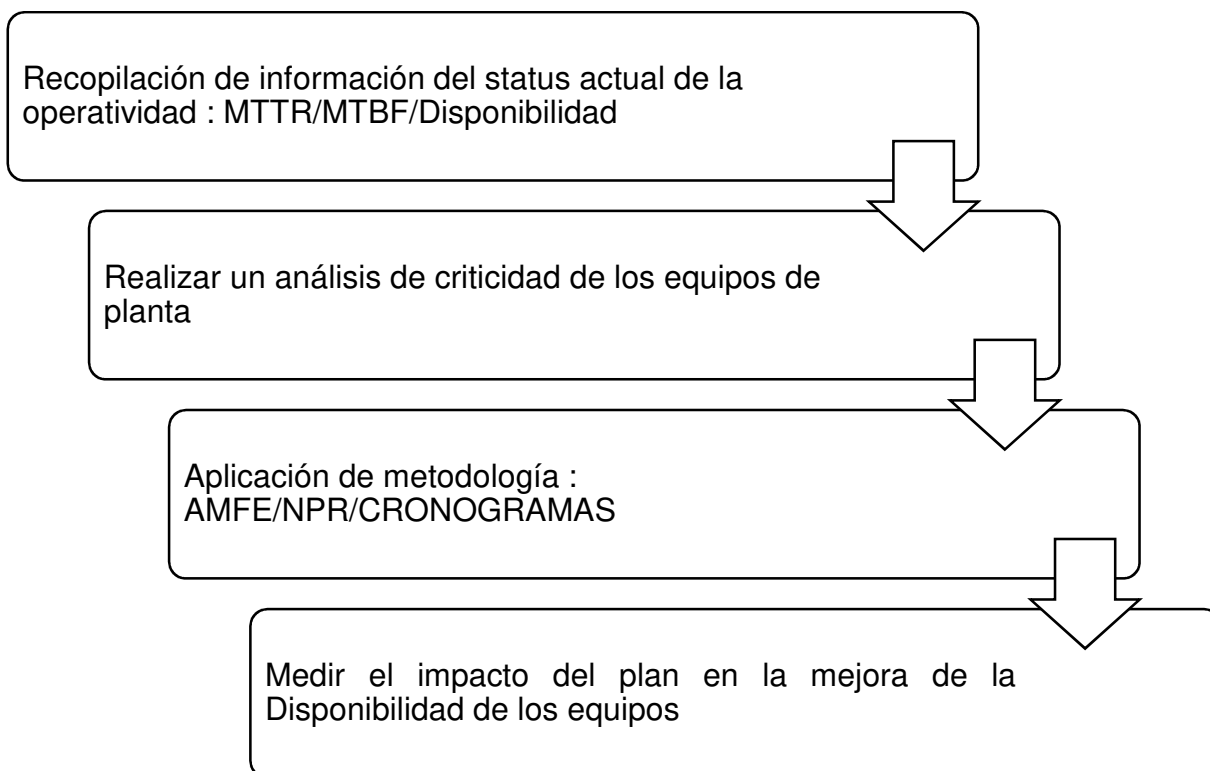


Figura 9.

Esquema de preparación del plan de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

- **Paso 1:** Recopilación de información del status actual de la operatividad: se calculará los indicadores actuales de la gestión de mantenimiento de la maquinaria.
Para ello, se recolectó información de los *check list* diarios de los últimos tres meses del año 2021. Preparados por los operadores de la planta, en el que se lleva registro de las paradas; máquina afectada; motivo tiempo de reparación y observaciones complementarias.

Con esta data, se procedió a calcular el MTTR, o tiempo medio de reparaciones; El MTBF, o tiempo medio entre fallas; la disponibilidad y la confiabilidad o posibilidad de que una máquina funcione correctamente, dentro de un período de tiempo definido.

Tabla 3.
Indicadores de mantenimiento de la chancadora de quijadas

	Inicio de falla	Reanuda servicio	MTTR	MTBF	Modo de falla	Efecto	Causa
1	2/10/2021 08:40	2/10/2021 11:50	00 días y 03:10		No controla paro/arranque	Paro	Falla eléctrica push bottom
2	14/10/2021 09:45	14/10/2021 11:25	00 días y 01:40	285:55:00	No para	Paro preventivo	Cruce en stop de emergencia
3	21/10/2021 09:45	21/10/2021 14:25	00 días y 04:40	166:20:00	Deja de operar	Paro	Reparación polin de cola
4	30/10/2021 08:40	30/10/2021 13:25	00 días y 04:45	210:15:00	Para	Paro preventivo	Cruce en stop de emergencia
5	4/11/2021 09:50	4/11/2021 14:30	00 días y 04:40	116:25:00	Error en calibración de piedra	Falla calibración	Reparar malla ciega. Soldar
6	9/11/2021 08:50	9/11/2021 11:20	00 días y 02:30	114:20:00	No controla paro/arranque	Paro preventivo	Falla eléctrica push bottom
7	15/11/2021 09:50	15/11/2021 15:15	00 días y 05:25	142:30:00	Deja de operar	Paro	Cambiar perno espárrago
8	26/11/2021 08:05	26/11/2021 11:35	00 días y 03:30	256:50:00	Error en calibración de piedra	Falla calibración	Reparar malla ciega. Soldar
9	27/11/2021 09:10	27/11/2021 13:25	00 días y 04:15	21:35:00	Piedra cae fuera de tolva	Para alimentación	Soldar chute
10	29/11/2021 08:05	29/11/2021 14:45	00 días y 06:40	42:40:00	No detecta fragmentos metálicos	Paro preventivo	Falla detector de metales
11	30/11/2021 07:50	30/11/2021 12:55	00 días y 05:05	17:05:00	Para el sistema	Paro	Cambiar perno espárrago
12	1/12/2021 08:20	1/12/2021 12:05	00 días y 03:45	19:25:00	Error en calibración de piedra	Falla calibración	Reparar malla ciega. Soldar
13	2/12/2021 09:20	2/12/2021 12:25	00 días y 03:05	21:15:00	Error en calibración de piedra	Falla calibración	Reparar malla ciega. Soldar
14	3/12/2021 11:45	3/12/2021 14:35	00 días y 02:50	23:20:00	Piedra cae fuera de tolva	Para alimentación	Soldar chute
15	6/12/2021 10:00	6/12/2021 11:15	00 días y 01:15	67:25:00	No detecta fragmentos metálicos	Paro preventivo	Falla detector de metales
16	10/12/2021 07:40	10/12/2021 11:50	00 días y 04:10	92:25:00	Para el sistema	Paro	Cambiar perno espárrago
17	11/12/2021 07:40	11/12/2021 15:20	00 días y 07:40	19:50:00	Piedra cae fuera de tolva	Para alimentación	Soldar chute
18	14/12/2021 08:40	14/12/2021 15:20	00 días y 06:40	65:20:00	Sonido anormal, calentamiento	Calentamiento	Variación voltaje
19	16/12/2021 07:30	16/12/2021 17:00	00 días y 09:30	40:10:00	Deja de operar	Paro	Reparar polin de cola
19	20/12/2021 07:20	20/12/2021 14:50	00 días y 07:30	208:00:00	Para el sistema	Paro	Reparar polin de cola
20	21/12/2021 12:45	21/12/2021 13:15	00 días y 00:30	21:55:00	No controla paro/arranque	Paro preventivo	Reparar stop de emergencia
21	22/12/2021 10:40	22/12/2021 12:35	00 días y 01:55	21:25:00	Error en calibre piedra	Falla calibración	Reparar malla ciega. Soldar
22	26/12/2021 07:45	26/12/2021 09:15	00 días y 01:30	91:10:00	Error en calibre piedra	Falla calibración	Reparar malla ciega. Soldar
23	28/12/2021 07:00	28/12/2021 12:15	00 días y 05:15	45:45:00	Para el sistema	Paro	Cambiar chumacera a polin de cola
24	28/12/2021 13:00	28/12/2021 15:25	00 días y 02:25	0:45:00	Error en calibración de piedra	Falla calibración	Rotura de abrazaderas malla ciega
25	29/12/2021 08:45	29/12/2021 15:25	00 días y 06:40	17:20:00	Sonido anormal, calentamiento	Calentamiento	Variación voltaje
26	29/12/2021 15:45	29/12/2021 16:25	00 días y 00:40	0:20:00	Sonido anormal, calentamiento	Calentamiento	Variación voltaje
27	30/12/2021 10:45	30/12/2021 14:25	00 días y 03:40	18:20:00	Piedra cae fuera de tolva	Para alimentación	Soldar chute
		Total	04 días y 19:20	29 días y 12:05			
		Promedio	00 días y 04:07	03 días y 07:33			

Fuente: elaboración propia

Tabla 4.
Indicadores de mantenimiento de la chancadora cónica Pegson

	Inicio de falla	Reanuda servicio	MTTR	MTBF	Modo de falla	Efecto	Causa
1	1/10/2021 07:40	1/10/2021 10:50	00 días y 03:10		No controla paro/arranque	Paro	Reparar la cuchilla de interrupción
2	15/10/2021 09:55	16/10/2021 09:35	00 días y 23:40	335:05:00	No para	Paro preventivo	Retiro y curado con termobacking
3	30/10/2021 07:20	2/11/2021 08:00	03 días y 00:40	333:45:00	Deja de operar	Paro	Retiro y curado con termobacking
4	15/11/2021 08:10	15/11/2021 17:00	00 días y 08:50	312:10:00	No funcionan los comandos	No funciona	Reparar tablero eléctrico
5	29/11/2021 09:10	30/11/2021 15:30	01 días y 06:20	328:10:00	Error en calibre piedra	Falla calibración	Retiro y curado con termobacking
6	10/12/2021 07:00	10/12/2021 15:45	00 días y 08:45	231:30:00	No controla paro/arranque	Paro preventivo	Soldar chute
7	12/12/2021 09:00	12/12/2021 12:40	00 días y 03:40	41:15:00	Deja de operar	Paro	Falla paro de emergencia del motor
8	23/12/2021 08:05	23/12/2021 14:35	00 días y 06:30	259:25:00	Error en calibre piedra	Falla calibración	Reparar llave termomagnética
9	28/12/2021 13:10	29/12/2021 08:25	00 días y 19:15	118:35:00	Piedra cae fuera de tolva	Para alimentación	Soldar chute
10	31/12/2021 08:05	31/12/2021 12:45	00 días y 04:40	47:40:00	No detecta fragmentos metálicos	Paro preventivo	Falla detector de metales
		Total	07 días y 13:30	23 días y 15:35			
		Promedio	00 días y 18:09	09 días y 07:03			

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.
Indicadores de mantenimiento de la zaranda primaria Simplicity

	Inicio de falla	Reanuda servicio	MTTR	MTBF	Modo de falla	Efecto	Causa
1	2/10/2021 08:40	2/10/2021 11:50	00 días y 03:10		No controla paro/arranque	Paro	Falla eléctrica push bottom
2	14/10/2021 09:45	14/10/2021 11:25	00 días y 01:40	285:55:00	No para	Paro preventivo	Cruce en stop de emergencia
3	21/10/2021 09:45	21/10/2021 14:25	00 días y 04:40	166:20:00	Deja de operar	Paro	Reparación polin de cola
4	30/10/2021 08:40	30/10/2021 13:25	00 días y 04:45	210:15:00	Para	Paro preventivo	Cruce en stop de emergencia
5	4/11/2021 09:50	4/11/2021 14:30	00 días y 04:40	116:25:00	Error en calibración de piedra	Falla calibración	Reparar malla ciega. Soldar
6	9/11/2021 08:50	9/11/2021 11:20	00 días y 02:30	114:20:00	No controla paro/arranque	Paro preventivo	Falla eléctrica push bottom
7	15/11/2021 09:50	15/11/2021 15:15	00 días y 05:25	142:30:00	Deja de operar	Paro	Cambiar perno espárrago
8	26/11/2021 08:05	26/11/2021 11:35	00 días y 03:30	256:50:00	Error en calibración de piedra	Falla calibración	Reparar malla ciega. Soldar
9	27/11/2021 09:10	27/11/2021 13:25	00 días y 04:15	21:35:00	Piedra cae fuera de tolva	Para alimentación	Soldar chute
10	29/11/2021 08:05	29/11/2021 14:45	00 días y 06:40	42:40:00	No detecta fragmentos metálicos	Paro preventivo	Falla detector de metales
11	30/11/2021 07:50	30/11/2021 12:55	00 días y 05:05	17:05:00	Para el sistema	Paro	Cambiar perno espárrago
12	1/12/2021 08:20	1/12/2021 12:05	00 días y 03:45	19:25:00	Error en calibración de piedra	Falla calibración	Reparar malla ciega. Soldar
13	2/12/2021 09:20	2/12/2021 12:25	00 días y 03:05	21:15:00	Error en calibración de piedra	Falla calibración	Reparar malla ciega. Soldar
14	3/12/2021 11:45	3/12/2021 14:35	00 días y 02:50	23:20:00	Piedra cae fuera de tolva	Para alimentación	Soldar chute
15	6/12/2021 10:00	6/12/2021 11:15	00 días y 01:15	67:25:00	No detecta fragmentos metálicos	Paro preventivo	Falla detector de metales
16	10/12/2021 07:40	10/12/2021 11:50	00 días y 04:10	92:25:00	Para el sistema	Paro	Cambiar perno espárrago
17	11/12/2021 07:40	11/12/2021 15:20	00 días y 07:40	19:50:00	Piedra cae fuera de tolva	Para alimentación	Soldar chute
18	14/12/2021 08:40	14/12/2021 15:20	00 días y 06:40	65:20:00	Sonido anormal, calentamiento	Calentamiento	Variación voltaje
19	16/12/2021 07:30	16/12/2021 17:00	00 días y 09:30	40:10:00	Deja de operar	Paro	Reparar polin de cola
19	20/12/2021 07:20	20/12/2021 14:50	00 días y 07:30	208:00:00	Para el sistema	Paro	Reparar polin de cola
20	21/12/2021 12:45	21/12/2021 13:15	00 días y 00:30	21:55:00	No controla paro/arranque	Paro preventivo	Reparar stop de emergencia
21	22/12/2021 10:40	22/12/2021 12:35	00 días y 01:55	21:25:00	Error en calibre piedra	Falla calibración	Reparar malla ciega. Soldar
22	26/12/2021 07:45	26/12/2021 09:15	00 días y 01:30	91:10:00	Error en calibre piedra	Falla calibración	Reparar malla ciega. Soldar
23	28/12/2021 07:00	28/12/2021 12:15	00 días y 05:15	45:45:00	Para el sistema	Paro	Cambiar chumacera a polin de cola
24	28/12/2021 13:00	28/12/2021 15:25	00 días y 02:25	0:45:00	Error en calibración de piedra	Falla calibración	Rotura de abrazaderas malla ciega
25	29/12/2021 08:45	29/12/2021 15:25	00 días y 06:40	17:20:00	Sonido anormal, calentamiento	Calentamiento	Variación voltaje
26	29/12/2021 15:45	29/12/2021 16:25	00 días y 00:40	0:20:00	Sonido anormal, calentamiento	Calentamiento	Variación voltaje
27	30/12/2021 10:45	30/12/2021 14:25	00 días y 03:40	18:20:00	Piedra cae fuera de tolva	Para alimentación	Soldar chute
Total			04 días y 19:20	29 días y 12:05			
Promedio			00 días y 04:07	03 días y 07:33			

Fuente: elaboración propia

A continuación, se adjunta el resumen de esta data, donde se añadieron los valores de disponibilidad y confiabilidad, que se obtuvieron con el MTBF y MTTR.

Tabla 6.
Resumen de indicadores de mantenimiento

Máquina	MTBF	MTTR	Disponibilidad	Confiabilidad
Chancadora TRIO	03 días y 07:33	4.12	95.1%	73.96%
Chancadora cónica	09 días y 07:03	18.15	92.5%	89.80%
Zaranda primaria	06 días y 14:26	5.98	96.4%	85.94%
Zaranda secundaria	06 días y 07:17	4.48	97.1%	85.33%
Promedio	06 días y 07:18	8.18		
Disponibilidad combinada del sistema			82.280%	

Fuente: elaboración propia

Estos indicadores, permitirán determinar la situación actual del mantenimiento y las áreas de oportunidad, cuyo objetivo es mejorar con esta propuesta.

También permitieron realizar el cálculo de la Disponibilidad combinada del sistema, teniendo en consideración, el nivel de afectación que produce cuando falla una máquina del sistema, que funciona concatenado.

- **Paso 2:** Realizar un análisis de criticidad de los equipos de planta.

El análisis de materialidad se define como el proceso de asignar un punto crítico a los activos en función de su riesgo inherente. El riesgo se define como “el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos”, (ISO 31000: 2009 - Gestión de riesgos - Principios y directrices).

Con este análisis, se priorizan las por el nivel de riesgo que conlleva no realizar esa tarea y con las consecuencias de la falla potencial que podría ocurrir si la tarea no se completa, estimando la probabilidad de que ocurra esa falla si la tarea no se realiza en un tiempo previsto.

De esta forma, se define que Criticidad = Frecuencia x Consecuencia. Los criterios que se han definido para este caso de estudio y que se explicarán seguidamente son, frecuencia de fallas; seguridad y medio ambiente; calidad; costos; producción y tiempo de reparación.

- **Frecuencia de falla:** El criterio se basa en la cantidad de fallas ocurridas, ponderado según la experiencia en esta empresa.

Tabla 7.
Puntaje para frecuencias

Frecuencia	Puntos
Sin fallas en el mes	1
1 – 2 fallas al mes	2
3 – 4 fallas al mes	3
Más de 4 fallas al mes	4

Fuente: elaboración propia

- **Seguridad y medio ambiente:** Este criterio fue determinado, revisando los requisitos legales; licencias de emisiones, etc.

Tabla 8.

Puntaje para seguridad y medio ambiente

Seguridad y medio ambiente	Puntos
No causa lesiones a los operadores	1
Lesiones sin pérdida de horas de labor	2
Lesiones atendidas con descanso medico	3
Puede causar lesiones graves, incluso la muerte	4

Fuente: elaboración propia

- **Aseguramiento de la calidad:** datos basados en la experiencia recogida de los reportes de hallazgos de Aseguramiento de Calidad, respecto a discrepancias con el calibre de las piedras trituradas.

Tabla 9.

Puntaje para Aseguramiento de la Calidad

Aseguramiento de la calidad	Puntos
Mal calibrado = 0%	1
Mal calibrado < 15%	2
15 > Mal calibrado < 25%	3
Mal calibrado > 25%	4

Fuente: elaboración propia

- **Costos de Reparación:** Determinado con información contable, de costo de repuestos y servicios externos e internos.

Tabla 10.

Puntaje para costos de reparación

Costos de reparación	Puntos
Reparación menor a S/4,000	1
Reparación menor a S/6,000	2
Reparación menor a S/8,000	3
Reparación mayor a S/8,000	4

Fuente: elaboración propia

- **Nivel de Producción:** Se tomó en consideración los reportes diarios de producción.

Tabla 11.

Puntaje para el nivel de producción

Nivel de producción	Puntos
No paraliza la planta	1
Paraliza el 25% de la planta	2
Paraliza el 50% de la planta	3
Paraliza toda la planta	4

Fuente: elaboración propia

Tiempo Medio de Reparación: Establecido luego de revisar los reportes de mantenimiento.

Tabla 12.

Tiempo medio de reparación

Tiempo medio de reparación	Puntos
Tiempo de reparación menor a 15 minutos	1
Tiempo de reparación entre 15 y 180 minutos	2
Tiempo de reparación entre 180 y 480 minutos	3
Tiempo de reparación mayor a 480 minutos	4

Fuente: elaboración propia

Luego de haber definido los criterios, se asignan los rangos y colores, según el nivel de criticidad, para preparar la matriz.

Tabla 13.

Escala de valores de criticidad

VALORES DE CRITICIDAD		
ESCALA	DESCRIPCIÓN	COLOR
0 - 10	NO CRITICO	
10 - 20	POCO CRITICO	
20 - 60	MEDIO CRITICO	
60 - 80	CONSIDERABLEMENTE CRITICO	
>80	DEMASIADO CRITICO	

Fuente: elaboración propia

MAQUINARIA	IMPACTO EN EL NIVEL DE PRODUCCIÓN				TPPR				A	FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE FALLAS				SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE				ASEGURAMIENTO DE CALIDAD				COSTOS DE REPARACIÓN				B	CONSECUENCIA	FRECUENCIA					VALOR DE CRITICIDAD				
	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			5									
Chancadora de quijadas TRIO	1	2	3	4	1	2	3	4	9	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	6	15	1	2	3	4	5	60
			3				3		9			3		1				1								1				7	23					115	
				4				4	16					1				2												5	14					42	
			3				3		9					1				1								1				5	14					42	
																											</										

Solo con la chancadora de quijadas, no se logra el calibre final que se tiene especificado con DINO. Ello se consigue con la chancadora cónica, que seguidamente, afina el calibre de las piedras.

En caso la chancadora de quijadas fallase, se podría usar directamente la chancadora cónica, aunque con muchas restricciones del calibre de las piedras con las que se alimenta y con muy baja productividad. Esto le resta algo de criticidad.

Si la chancadora cónica fallase, se paralizaría la operación, aunque el personal podría aprovechar el tiempo en mover materiales o atender otros pedidos de menor cuantía, como aglomerados finos, por ejemplo, que terceros emplean para la fabricación de ladrillos.

Por esta razón, se ha determinado que es de muy alta criticidad y en la tabla anterior, aparece con el indicador de colores, en rojo.

En razón a ello, en la presente tesis, se procederá a formular su plan de mantenimiento.

- **Paso 3: Metodología**

Para establecer esta mejora se ha confeccionado hojas AMEF por cada sub sistema del equipo crítico determinado en la evaluación de la matriz de riesgo. Las hojas designan un valor numérico por cada falla potencial, analizado la gravedad, ocurrencia y detección, para obtener el Número de Prioridad de Riesgo o NPR, que jerarquiza las fallas a través de la multiplicación del grado de ocurrencia, severidad y detección. Este determina la prioridad con la que debe de atacarse cada modo de falla, identificando los ítems críticos, con NPR más altos.

De manera similar que, para la matriz de criticidad, se determinaron los rangos y su prioridad de atención, como seguidamente se muestra:

Tabla 14.
Rangos del NPR

Inaceptable	$NPR > 200$	
Reducción deseable	$200 > NPR < 125$	
Razonable	$NPR < 125$	

Tabla 15.
Matriz AMEF del anillo cónico y mantos.

AMEF			MANTENIMIENTO			PAG 1				
SISTEMA: CHANCADORA CONICA PEGSON			Bachiller Efraín Julca			20/02/22		Condiciones existentes		
Sub sistema	¿Cuál es su función?	Modo de fallo potencial	Efectos potenciales de	Causas de la falla	¿Cómo se controla	G	O	D	NPR	
1	Anillo cónico y manto	El Manto o revestimiento, es una pieza de desgaste protege el trompo de la chancadora giratoria, que tritura el material a través de aplicación de presión y excentricidad mediante giro hidráulico - dinámico	Severo desgaste del anillo cónico.	Rajadura en el anillo cónico.	Material fundido muy debil. Piedras muy duras.	Uso de forros de mayor resistencia a la abrasión.	3	5	5	75
			Rotura de soldadura de tuerca en la cabeza cónica.	Abolladura de asiento de manto en la cabeza cónica.	Desprendimiento del manto por soldado deficiente. Excesivo desgaste del asiento de la cabeza cónica.	Soldado de tuerca y manto y canizado de asiento cónico.	8	10	4	320
			Bocinas desgastadas	Fractura del eje principal	Contaminación del aceite con polvo	Cambio de sellos	6	5	5	150
			Excesivo margen entre el soporte del tazón y el marco.	Desgaste en sistema hidráulico: retenes y	Cuñas mal calibradas	Cambio de piezas desgastadas	4	4	5	80

Fuente: elaboración propia.

Tabla 16.
Matriz AMEF de la excéntrica de la chancadora

AMEF			MANTENIMIENTO			PAG 2				
SISTEMA: CHANCADORA CONICA PEGSON			Bachiller Efraín Julca			20/02/22		Condiciones existentes		
Sub sistema	¿Cuál es su función?	Modo de fallo potencial	Efectos potenciales de la falla	Causas de la falla	¿Cómo se controla actualmente?	G	O	D	NPR	
2	Excéntrica	Genera movimiento excéntrico en el cono.	Giro irregular	Saturación de la cámara de chancado	Excesiva presión entre el piñón y la corona	Actua el termomagnético	8	5	6	240
			Deterioro en la bocina excéntrica	Fractura de la bocina	Falta de lubricación. Juego entre eje principal y bocina	Cambio de bocina excéntrica	8	2	8	128
			Contraeje trabado	Contraeje pegado a bocina	Manguera de lubricación rota	Verificación del manómetro	2	3	3	18
			Excesiva vibración	Rotura de cauchos amortiguadores	Bocina desgastada	Lubricación	4	7	6	168

Fuente: elaboración propia

Tabla 17.
Matriz AMEF del eje principal de la chancadora cónica

AMEF			MANTENIMIENTO			PAG 3					
SISTEMA: CHANCADORA CONICA PEGSON			Bachiller Efrain Julca			20/02/22		Condiciones existentes			
Sub sistema	¿Cuál es su función?	Modo de fallo potencial	Efectos potenciales de la falla	Causas de la falla	¿Cómo se controla actualmente?	G	O	D	NPR		
3	Eje principal	Transmite movimiento y realiza el trabajo de trituración.	Tranque en el eje	Atoro en la chancadora y deterioro de fajas de impulsión	Desgaste en el asiento	Reemplazo del asiento	8	5	7	280	
			Recalentamiento de carcasa y eje	Recalentamiento de eje	Bocina pegadas por excesivo calor	Lubricación	6	4	2	48	
			Avería en eje y bocina excéntrica	Desgaste de bocina excéntrica	Excesiva luz entre eje y bocina.	Verificación de la viscosidad del aceite	9	4	4	144	
			Excesivo juego del rodaje	Desgaste en rodillos y asiento	Falta lubricación	Lubricación	8	4	3	96	

Fuente: elaboración propia

Tabla 18.
Matriz AMEF del motor de la chancadora cónica

AMEF			MANTENIMIENTO			PAG 4					
SISTEMA: CHANCADORA CONICA PEGSON			Bachiller Efrain Julca			20/02/22		Condiciones existentes			
Sub sistema	¿Cuál es su función?	Modo de fallo potencial	Efectos potenciales de	Causas de la falla	¿Cómo se controla	G	O	D	NPR		
4	Motor principal	Transmite fuerza motriz	Base desalineada	Rotura de fajas transmisión	Error en la alineación de la base	Alineamiento de poleas	4	6	4	96	
			Paro del motor	Rotura de fajas de impulsión	Atoro por saturación	Control del calibre de piedras	9	6	4	216	
			Vibración	Motor próximo a quemarse	Rodamientos vencidos	Cambio de rodamientos	4	7	6	168	
			Activación del sistema de sobrecarga	Paro total del equipo	Exceso de retorno de material	Verificar material de manera permanente y calibrar de forma	8	8	1	64	

Fuente: elaboración propia

Tabla 19.
Matriz AMEF del sistema de lubricación general

AMEF		MANTENIMIENTO				PAG 5				
SISTEMA: CHANCADORA CONICA PEGSON		Bachiller Efraín Julca				20/02/22	Condiciones existentes			
Sub sistema	¿Cuál es su función?	Modo de fallo potencial	Efectos potenciales de	Causas de la falla	¿Cómo se controla	G	O	D	NPR	
5	Sistema de lubricación general	Lubricar todo el sistema, impulsando el aceite con una electrobomba, en circuito cerrado, que incluye filtrado en el retorno.	Deterioro del eje y bocina	Trabado del eje con la bocina	Falta de lubricación	Control del paso de aceite	9	5	5	225
			Unión del contraeje con la bocina	Unión de piezas metálicas por excesiva fricción	Manguera de lubricación rota	Verificación del estado de mangueras	6	3	4	72
			No hay presión de	Piezas deterioradas	Filtros sucios	Cambio de filtros	4	6	2	48
			Flujómetro averiado	No prende la máquina	Aceite contaminado con	Retenes deteriorados	3	3	2	18

Fuente: elaboración propia

Tabla 20.
Matriz AMEF del tablero de arranque y pare

AMEF		MANTENIMIENTO				PAG 6				
SISTEMA: CHANCADORA CONICA PEGSON		Bachiller Efraín Julca				20/02/22	Condiciones existentes			
Sub sistema	¿Cuál es su función?	Modo de fallo potencial	Efectos potenciales de	Causas de la falla	¿Cómo se controla	G	O	D	NPR	
6	Tablero arranque/pare	Prende y apaga el equipo	Paro repentino	No hay lubricación	Falso contacto en el tablero	Control visual a señales luminosas	8	4	5	160
			Paro repentino	No enciende	Recalentamiento	Actúa el Termistor	8	4	3	96
			Paro repentino	Atoro	Sobrecarga eléctrica por congestión en retorno	Lectura del amperímetro	8	6	3	144
			No prende	No enciende	Falso contacto en bomba de lubricación	Piloto de temporizador	8	4	1	32

Fuente: elaboración propia

Se observa en las anteriores matrices AMFE, que hay cinco fallas inaceptables, que deben subsanarse de inmediato, pues afectan gravemente la performance de la máquina.

Existen también siete fallas - que es muy conveniente que se trabaje con ellas - y 12 fallas aceptables, con las que se podría convivir, pero que, sin embargo, tampoco deberían existir.

Una vez priorizadas las actividades del mantenimiento, en función de su criticidad, se ha preparado programa de mantenimiento, que atenderá las necesidades más importantes de la chancadora cónica *Pegson*.

Tabla 21.
Cronograma del plan de mantenimiento preventivo de chancadora Pegson

ITEM	DESCRIPCIÓN DE TAREA	RESPONSABLE	FRECUENCIA HORARIA
LUBRICACIÓN & INSPECCIÓN			
1	Verificar la soldadura de la tuerca de la cabeza cónica	Se deberán asegurar los pernos y tuercas. Contra un eventual aflojamiento.	Operario 10
2	Lubricación del tazón y cuñas	Monitorear la condición de aceite del sistema principal de lubricación. Evaluar dializar el aceite.	Mecánico 50
3	Verificar estado de cuñas		Operario 30
4	Revisión de niveles de aceite y temperaturas		Operario 20
5	Revisión de temperatura en rodamientos	Determinar motivo de la falla del rodamiento. Si encuentra grasa quemada, puede deverse a arcos eléctricos continuos, que elevan la temperatura y genera contaminación. . . Use un solvente o desengrasante.	Mecánico 2000
6	Cambio de aceite a sistema lubricador		Mecánico 30
7	Cambio de aceite a sistema hidráulico de regulación		Mecánico 2000
8	Revisión de abrazaderas y mangueras de lubricación		Mecánico 30
ACTIVIDADES ELECTRICAS			
9	Revisión de voltaje	La caída de voltaje reduce el flujo y el toque por lo que el motor perderá potencia, tanto en el arranque como en condiciones operativas. La carga vinculada al motor, solicita el torque y este equipo pierde capacidad de producirlo por operar a un voltaje menor, disminuyendo su velocidad como si estuviera frenado.	Electricista 50
10	Ajustes de bornes y terminales		Electricista 50
11	Medición del aislamiento de motores		Electricista 1000
12	Limpieza y barnizado del estator		Electricista 1500
13	Cambio de rodamientos a motores		Electricista 1500
14	Revisión del estado de borneras y contactores		Electricista 500
15	Revisión del cableado		Electricista 500
ACTIVIDADES MECANICAS			
20	Revisión y mantenimiento del chute	Cambio de liners Reparación de planchas Revisión sensores de nivel Evaluar revestimiento	Mecánico 100
21	Revisión de acoples y transmisión		Mecánico 500
22	17 Ajustar fajas de transmisión	La tensión ideal es la mínima posible, sin que la correa se deslice o patine sobre la polea, cuando el equipo sea sometido a la torsión más alta La tensión excesiva disminuye la vida útil de las correas, de los rodamientos/bujes y puede causar daños internos en el motor/equipo; por otro lado, una baja tensión provocará el deslizamiento, generando calor excesivo en las correas y ocasionando fallas prematuras;	Mecánico 500
23	18. Cambio de filtros		Mecánico 1000
24	19 Cambio de fajas de transmisión	Se debe cambiar de manera preventiva para evitar que se rompa. Cuando la correa se rompe, puede dañar otras partes del motor e incluso destrozarse el motor por completo y dejarlo inservible.	Mecánico 3000
25	15 Alineación de partes móviles y amortiguación		Mecánico 500

Fuente: elaboración propia

Se entiende que para que este plan se ejecute conveniente y proactivamente, se requiere el concurso de un jefe de mantenimiento, con experiencia en estos procesos, para que lidere al grupo de técnicos y dirija las actividades, además de organizar la información y tener al día, los indicadores de gestión.

4.2. Dimensión: Eficiencia.

Método: Deficiente Optimización de producción, (desabastecimiento en etapas del proceso.

El volquete o cargador frontal, que alimentan la tolva de la línea de chancado, están en constante movimiento, haciendo esta y otras tareas de movimiento de material. Esto ocasiona que la línea quede eventualmente desabastecida, paralizándose el proceso.

Actualmente, se pierden en promedio 8.1 horas mensuales, equivalentes al 3.2% del tiempo disponible. Con el uso de un sistema Andón, se espera eliminar esta deficiencia.

Causa raíz 2: Método:

falta señal de ayuda visual o tecnológica entre etapas del proceso.

El flujo del material en el chancado, no es homogéneo. La velocidad de producción, depende mucho de la habilidad del operario y de las características del material. Si las piedras que se están procesando son más duras que el estándar, o de mayor calibre, el chancado será más lento.

En caso contrario, si el material fuese de menor calibre, la reducción que debe hacer las chancadoras, será menor y el proceso fluirá más rápido.

La tolva primaria, en algunas oportunidades queda desabastecida, porque el operador del cargador frontal o el chofer del camión, saben que no es constante el abastecimiento de la tolva y pueden estar en otras actividades de movimiento de materiales, suscitándose desabastecimiento indeseado y parada de la producción.

Por otro lado, es conveniente que el flujo de material entre chancadoras y cernidoras, sea balanceado. A menor calibre de las piedras, el zarandeo será más fluido. En caso inverso, si las piedras son de mayor calibre, las zarandas comenzaron a transportar mucho material, saturando las cribas y la abrasión entre piedras, generará mucho polvo fino que contaminará al aglomerado,

significando desperdicio.

Se propone el uso de un sistema *Andón*, visual y auditivo, que tenga las siguientes funciones:

1. Instalar unos sensores de proximidad, que detecten el nivel de material dentro de la tolva y emitir un aviso oportuno a los operadores del cargador frontal o al chofer del camión, para que rellenen la tolva.
2. Instalar sensores de proximidad, que detecten la altura del material sobre las zarandas. Si el nivel fuese muy alto, emitirá una señal al equipo anterior, cuyo motor, premunido de un inversor de frecuencia, reducirá su velocidad, manteniendo un flujo constante.

En caso contrario, si el nivel de material sobre las zarandas fuese muy bajo, la señal al inversor de frecuencia, será que suba su velocidad, de modo que siga manteniéndose un flujo constante.

A continuación, se muestra una gráfica con el concepto para el uso del Andon de alerta.

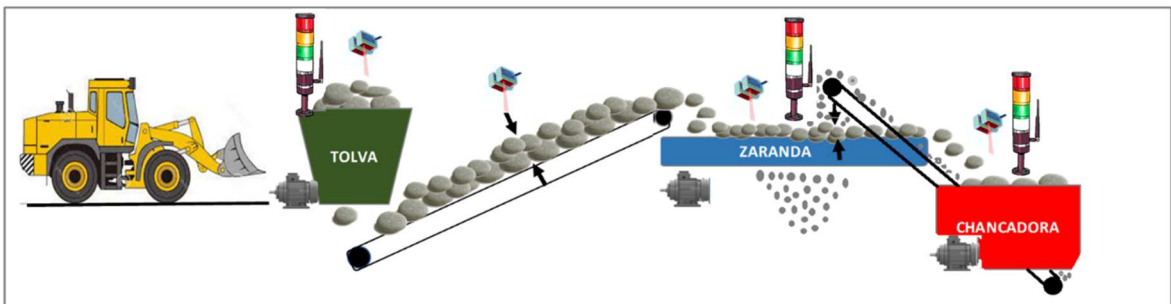


Figura 11. Sistema Andon

Fuente. Elaboración propia

Sistema Andon (recomendado)

Se recomienda la adquisición del sistema *Sick Sensor Intelligence*. El fabricante comenta al respecto, que, las cintas transportadoras llevan material a todas las zonas de las cementeras; por ejemplo, transportan los combustibles sólidos desde la zona de suministro a los almacenes provisionales. La falla del operador puede causar retrasos significativos con implicaciones de costos significativas. Por ello, es necesario controlar el funcionamiento de todos los transportadores y que las operaciones de carga, descarga e instalación se realicen correctamente. Estas tareas se resuelven con el sensor láser de caudal *Bulkscan® LMS511* en combinación con un

encoder incremental DFS60. El *encoder* proporciona la información sobre la velocidad de la cinta, mientras que el sensor láser de caudal *Bulkscan@ LMS511* detecta sin contacto ni desgaste el caudal volumétrico, el centro de gravedad de la carga y la altura de carga.

El *Bulkscan@* puede calcular la altura o el punto más alto del material a granel en el centro de la cinta transportadora. Esto permite detectar, por ejemplo, piedras grandes antes de que bloqueen o dañen las máquinas en los procesos posteriores. Además, el sensor puede calcular el centro de gravedad del material a granel. Una carga asimétrica de la cinta o la distribución irregular del peso puede ocasionar que la cinta marche torcida y sufra mayor desgaste. La supervisión del centro de gravedad crea la base para una corrección de la carga de la cinta y aumenta así la disponibilidad de la instalación. Además, el *Bulkscan@ LMS511* permite detectar la marcha torcida de la cinta o las pérdidas de material. Con la función “Control de la marcha de la cinta”, el sensor realiza una detección temprana de la posición y los límites de la carga. Esto proporciona un óptimo aprovechamiento de la instalación.



Figura 12. Bulkscan

Fuente: *sick.com*



Figura 13. Control de llenado de tolva

Fuente : Sick.com

El sistema de control de llenado de tolva, podría a la vez, estar conectado de manera inalámbrica, con un sistema *MMCall*, modelo *Andon 4.0*, de llamada a la persona que debe atender el desabastecimiento de inmediato.

Los botones de llamada se colocan en cada línea, máquina y estación de trabajo, conectados al *Bulkscan* . Cuando ocurre un problema o se necesita asistencia, los operadores pueden presionar un botón para alertar al personal de soporte designado o en su defecto, el *Bulkscan*, envía automáticamente, el aviso a las personas indicadas.

Cada botón de llamada se puede configurar con un mensaje diferente y se puede asignar a uno o más destinatarios.

Ejemplos:

- Falta de material
- Fallo de la máquina
- Control de calidad
- Ensamblaje
- Montacargas
- Falta de herramientas

- Sin personal

Cada miembro del personal de apoyo usará un reloj o un buscapersonas. Cuando se presiona un botón de llamada o actúa el *Bulkscan*, el miembro del personal designado recibirá un mensaje en su dispositivo.



Figura 14. Reloj receptor del mensaje de emergencia

Fuente : *MMCall*

El mensaje indicará la ubicación y el motivo de la llamada. Tanto los relojes como los buscapersonas vibran cuando se recibe un nuevo mensaje.

De esta manera, se proyecta eliminar el desabastecimiento y mejorará la eficiencia de la línea de producción, manteniendo homogéneo, el flujo de materiales.

4.3. Dimensión: Deficiente selección de materia prima.

Causa raíz 3: Falta capacitación

Del conocimiento y expertíz del personal, depende siempre el correcto manejo de la línea, para obtener un producto de calidad, una producción constante y el correcto cuidado de los equipos y máquinas.

Los materiales que se procesan pueden tener diferentes características. Algunos pueden tener mayor resistencia al desgaste, de lo especificado, haciendo más lento su procesamiento.

Otros pueden ser más frágiles y generar más granos finos, de menor valor para la empresa.

Por este particular, el conocimiento del material, que deben tener los inspectores del laboratorio y los operadores que realiza, los acopiadores del

volquete o cargador frontal, debe mantenerse actualizado.

La productividad del zarandeo del material depende de la ratio entre el calibre de las partículas y el diámetro de los agujeros de la criba. Partículas muy grandes, harán más lenta la operación. Además, requerirá reproceso.

Si el flujo de material sobre la zaranda está sobredimensionado, puede saturarla y hacer más lenta la operación. Si es muy bajo, puede estar perdiéndose productividad, en un flujo constante y medurado, generará mayor productividad, y esto depende del nivel de conocimiento del personal que trabaja en cada proceso.

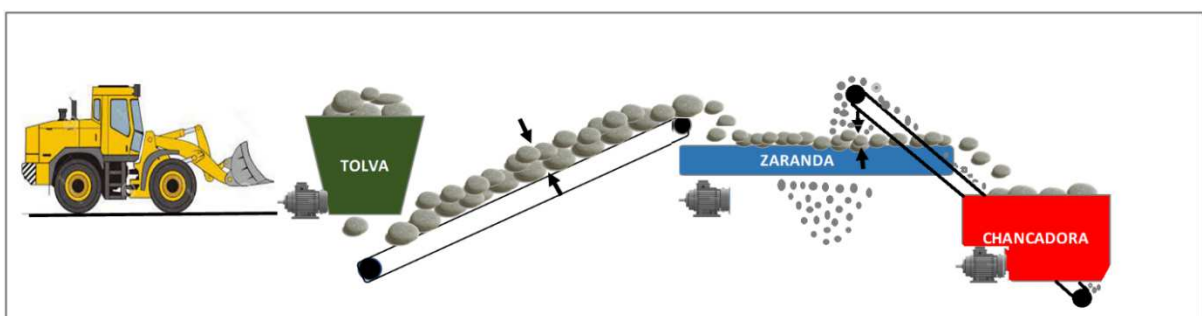


Figura 15. Flujo de material entre máquinas

Fuente: elaboración propia

La capacitación de parte del fabricante de la maquinaria y, en su defecto, de instituciones técnicas de prestigio, resulta muy útil y permitirá incrementar la eficiencia hasta en 25.3%, como lo sostiene Chacaltana y García (2001). En el presente caso, la eficiencia iría de 72.9% a 91.3%.

Considerando que la eficiencia está influenciada, además de la velocidad de producción, respecto a lo teórico, por la pérdida de tiempo por desabastecimiento de la tolva, que es 3.2% del tiempo, por diferencia se determina que la muda por velocidad será:

$$100\% - 72.9\% - 3.2\% = 23.9\%$$

Según el portal *esan.edu.pe* (2016), los beneficios que la empresa logra con la capacitación, entre otros aspectos, son:

- Mejorar la productividad y la calidad del trabajo.
- Mejore la rentabilidad de su organización.

- Aumentar la moral de los trabajadores.
- Ayuda a resolver ciertos problemas de la vida diaria.
- Reduce la necesidad de monitoreo.
- Ayuda a prevenir accidentes de trabajo.
- Mejora la estabilidad y flexibilidad organizacional.
- Hacer que los empleados sientan lo mismo que la empresa. Las organizaciones también se benefician de las siguientes razones:
- Mejorar la imagen de su organización.
- Mejora la relación entre tu jefe y tus subordinados.
- Ayuda a entender y aceptar la política.
- Ayuda a reducir costos. En áreas individuales, la capacitación tiene los siguientes beneficios:
- Ayudar a las personas a resolver problemas y tomar decisiones.
- Formar líderes y mejorar las habilidades de comunicación de las personas.
- Posibilita la consecución de objetivos individuales.
- Aumentar la confianza en uno mismo y eliminar el miedo a la incompetencia y la ignorancia personal.
- Además, las formaciones benefician las relaciones interpersonales, las relaciones internas y externas y la adopción de políticas por las siguientes razones:
- Mejorar la comunicación entre grupos e individuos.
- Apoya la orientación para los nuevos empleados.
- Proporciona información sobre la normativa oficial.
- Haga que las políticas de su organización sean aplicables.
- Fomentar la cohesión del grupo.
- Proporcionar un buen ambiente de aprendizaje.
- Transformar su empresa en un entorno de trabajo de mayor calidad.

Por estos motivos, se entiende que todo el personal que opera en la planta, debería tener una capacitación, sobre el proceso y mantenimiento de las máquinas, para mejorar la productividad, a través de reducción en la parada de máquina por desperfectos o al mayor aprovechamiento de la capacidad instalada por mejores prácticas.

Instituciones Tecnológicas de prestigio, ofrecen cursos, muy conveniente y se propone contratarlo, en las diferentes temáticas concernientes al proceso de producción y mantenimiento.

Curso de mantenimiento para líneas de chancado.

Objetivo 5: Proyectar la eficiencia global con la propuesta.

Paso 4:

Tabla 22.

Resumen del resultado comparativo de la propuesta

Causa raíz	Indicador	Fórmula	ACTUALMENTE		PROPUESTA		Plan de mejora	Herramientas	
			Valor	Muda	Valor	Muda			
CR1	Deficiente mantenimiento preventivo	Disponibilidad	$\frac{\text{Tiempo util}}{\text{Tiempo disponible}}$	84.8%	15.2%	88.8%	11.15%	Plan de mantenimiento preventivo	Matriz AMEF NPR Cronogramas Checklist
CR2	Falta señal de ayuda visual entre etapas	Eficiencia en el abastecimiento	$\frac{\text{Tiempo de para por desabastecimiento}}{\text{Tiempo disponible}}$	72.9%	3.2%	91.3%	0.00%	Instalar una herramienta de Andon de Producción Esbelta.	Control del funcionamiento de la cinta transportadora y de nivel de volumen en silo
					23.9%				
CR3	Capacitación	Eficiencia en operación de la línea	$\frac{\text{Productividad real}}{\text{Productividad teórica}}$				8.7%	Estudiar la forma eficiente y segura de operar la línea de chancado de agregados	Curso de mantenimiento mecánico de líneas de chancado Tecsup
		Tasa de calidad	$\frac{\text{Producción util}}{\text{Total procesado}}$	93.0%	7.0%	95%	5.23%		
OEE	Eficiencia operacional	Disponibilidad x Eficiencia x Tasa Calidad		57%		77%			

Fuente: elaboración propia

El resultado de la propuesta de mejora en la planta de chancado de agregados, se midió con la Eficiencia operacional, OEE, que permite identificar el origen de sus pérdidas de productividad más frecuentes, así como los cuellos de botella. Además, apoya en el aumento de la calidad de su producción y la satisfacción de sus clientes, al reducirse las fallas y reprocesos.

Una puntuación OEE del 100% se considera producción perfecta, rápido y sin errores.

Un puntaje OEE del 85% se considera de clase mundial para fabricantes discretos y es un objetivo a largo plazo muy solicitado.

Un puntaje OEE del 60% lo obtienen los fabricantes discretos y muestra que hay un margen considerable para mejorar.

Una puntuación OEE del 40% se considera baja, que se puede mejorar fácilmente a través de medidas fáciles de aplicar. (cmc-latam.com)

Con la propuesta se logrará incrementar el OEE de la planta de chancado, como se aprecia en el último renglón de la tabla de arriba, de 57% a 77%.

Con mejora continua, en una segunda etapa, podría llegar a ser de clase mundial.

Regresión Simple - FACTORES DE DISPONIBILIDAD vs. OEE

Variable dependiente: FACTORES DE DISPONIBILIDAD

Variable independiente: OEE

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	60.4533	20.6555	2.92674	0.0430
Pendiente	0.406667	0.304913	1.33371	0.2532

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	99.2267	1	99.2267	1.78	0.2532
Residuo	223.133	4	55.7833		
Total (Corr.)	322.36	5			

Coefficiente de Correlación = 0.554809

R-cuadrada = 30.7813 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 13.4767 por ciento

Error estándar del est. = 7.46882

Error absoluto medio = 4.65556

Estadístico Durbin-Watson = 3.21161 (P=0.9412)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0.633418

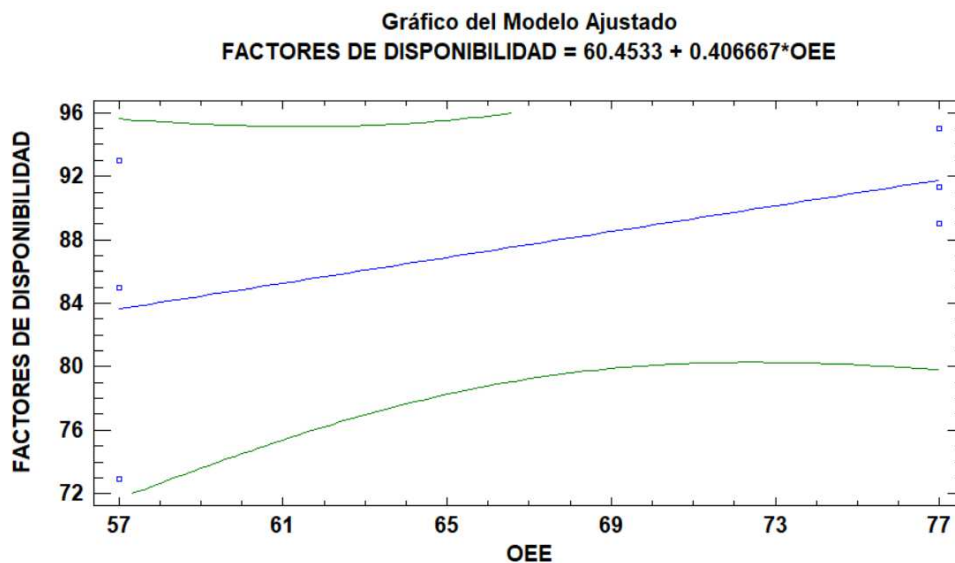
El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre FACTORES DE DISPONIBILIDAD y OEE. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{FACTORES DE DISPONIBILIDAD} = 60.4533 + 0.406667 \cdot \text{OEE}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0.05, no hay una relación estadísticamente significativa entre FACTORES DE DISPONIBILIDAD y OEE con un nivel de confianza del 95.0% ó más.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 30.7813% de la variabilidad en FACTORES DE DISPONIBILIDAD. El coeficiente de correlación es igual a 0.554809, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 7.46882. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.



R = 1	correlación perfecta
0.8 < R < 1	correlación muy alta
0.6 < R < 0.8	correlación alta
0.4 < R < 0.6	correlación moderada
0.2 < R < 0.4	correlación baja
0 < R < 0.2	correlación muy baja
R = 0	correlación nula

V. DISCUSIÓN

El principal propósito del chancado es, reducir el tamaño de las rocas hasta obtener un producto de una granulometría adecuada, según el uso al que lo tenga proyectado el cliente.

El proceso de chancado, para la elaboración de agregados, es una actividad muy fuerte, que mantiene a los equipos, sujetos a una intensa actividad y desgaste, que hace necesario, la aplicación de medidas preventivas, para mantenerlos operativos, reduciendo costos, satisfaciendo las expectativas de los clientes y logrando las metas de rentabilidad esperadas.

Nuestro cliente principal, es muy exigente, dado a que sus estándares de calidad así lo exigen, tal es así que trimestralmente nos piden una muestra para mandar a análisis en un laboratorio regional y de la capital, nuestro producto final y nuestra materia prima, por lo expuesto no podemos arriesgarnos ante esa exigencia.

Al igual que Chacòn (2020), quien realizó una descripción de la maquinaria y del proceso, como base para diseñar un plan de mantenimiento preventivo, en la presente tesis, se presentó a la empresa y se describió detalladamente a los equipos y su función. Esta información es la base para planteamientos posteriores.

La mejora de la OEE, implica mejorar sus componentes: Eficiencia de las máquinas, es decir, que estas trabajen con la productividad esperada de su diseño. La Tasa de Calidad, mejorará, para que la satisfacción de los clientes sea sostenida. Se logrará reduciendo los reprocesos y la producción de productos de menor valor.

Para obtener un producto de buena calidad, la piedra debe ser de consistencia dura, es decir, no debe romperse fácilmente. No debe ser porosa ni tener arcilla, polvo o barro adherido.

Por exceso, si la piedra a procesar fuese demasiado dura o su granulometría, demasiado alta, reducirá la productividad de la máquina y atentará contra su vida útil.

La capacitación del personal en estos tópicos es imprescindible y debe

ser actualizada, a la par que el avance tecnológico.

Tanto la Eficiencia como la tasa de Calidad, se plantea mejorarlas, con capacitación de los operarios, en temas técnicos, relativos a los materiales y al proceso, pues según Jauregui Berry (2020), la capacitación es una herramienta que posibilita el aprendizaje - vale decir, hará que el operario tenga la capacidad de aprender cosas nuevas - y por esto contribuye a la corrección de actitudes del personal en el puesto de trabajo, respecto a, conocer los diferentes factores que influyen en el diseño de una planta de chancado; Conocer los diferentes equipos de chancado de acuerdo al producto requerido y además, a simular alternativas de proceso, antes cambio en las variables.

El conocimiento del alcance que tienen los diferentes tipos de chancadoras y zarandas, permitirán crear un *layout* con un circuito óptimo de una planta de chancado. que cumpla con el balance granulométrico y másico.

La Disponibilidad, aspecto prioritario del OEE, se espera mejorarla con un plan de mantenimiento preventivo, que reduzca las paradas no programadas.

Además de ello, al mejorar la disponibilidad, la empresa será más competitiva; se maximizará el rendimiento de las máquinas; la calidad de los procesos y de la toma de decisiones.

Con este entorno, se espera reducir los costos de reparación de maquinaria e incrementar la flexibilidad en el uso de los equipos de chancado.

En su tesis, Albán (2017), realizada en una constructora, sostiene que las paradas se redujeron en 98% y las frecuencias de falla en 81%, ambos resultados altamente positivos y, aparentemente, difícil de lograr en el corto plazo.

Las paradas no programadas, constituyen un despilfarro de tiempo, puesto que genera demoras en las entregas provocadas por la espera de producciones que no se ajustan a las cantidades requeridas por los clientes.

En este rubro, también se incluye los arranques de producción en cada mañana y los ajustes que se requieren inicialmente, hasta lograr estabilizar las condiciones de trabajo de la línea de chancado.

En la presente tesis, se proyectó una reducción del tiempo de parada, medido como Disponibilidad del equipo, de 84.8% a 88.8%, equivalente a 5%.

La frecuencia entre fallas actual, medida con el MTBF, es de 4 días, esperándose una extensión a 5 días, siguiendo la tendencia del incremento en la disponibilidad.

Como Ccoyo (2021), quien propone un plan de mantenimiento preventivo de las máquinas de una empresa que mejora la disponibilidad de las máquinas, optimiza las actividades de mantenimiento y mejora la planificación del trabajo de mantenimiento basado en software, su propuesta hace más adecuado el aprovisionamiento, concluyo que es algo que hay que hacer como las directrices adecuados para la gestión del mantenimiento.

En la presente tesis, se propone formular un plan de mantenimiento, basado en la criticidad de los equipos, con una programación sustentada en la matriz AMFE, con el cual se espera reducir las fallas; el tiempo medio entre fallas y la demora en reparaciones.; el tiempo medio entre fallas y la demora en reparaciones.

No se debe descartar que en algún momento se presente el dilema, de reparar continua y costosamente, un equipo que reiteradas veces presenta fallas o radicalmente, reemplazarlo.

Ambos escenarios tienen sus propios pros y contras, y la gerencia deben considerar cuidadosamente antes de decidir con tantos factores que considerar, como, por ejemplo, los costos de reparación a largo plazo versus el costo de una unidad nueva.

También el costo al que podría revenderse la máquina desechada. Es preciso tener en cuenta que el trabajo que la línea de chancado, opera en un régimen muy rudo y su deterioro es grande, aún con el soporte del mantenimiento oportuno.

Conforme la máquina envejezca, los costos de reparación y la frecuencia de necesidad de mantenimiento, aumentarán. Esto conllevará al incremento en los costos de reparaciones y a la disminución en el precio al que podría venderse la unidad descartada.

Como todos los procesos de chancado, la trituración requiere de un elevado consumo energético, que se debe tener muy presente, al momento de la toma de decisiones.

Además, el OEE se irá reduciendo sosteniblemente.

Adicionalmente, los proveedores de este tipo de máquinas, difícilmente mantienen inventario de ellas. Muchas se hacen a la medida de las especificaciones del cliente. Otras, se pueden conseguir con mejoras en su tecnología, que incrementen su productividad.

Ello conlleva a que el *lead time* y la posterior puesta en marcha; capacitación; conocimiento del equipo; pruebas en línea y determinación el set up apropiado, tomen un tiempo largo. Más de lo previsto., pueda ser largo. El acertado manejo con idoneidad de los equipos, tanto los operarios, Técnicos de Mantenimiento, Técnicos de Calidad y operador del CF, en conjunto, esto conlleva a una mayor productividad, mayor confiabilidad y mayor disponibilidad de los equipos, se incrementa la productividad, hay menos desperdicios o merma, y menor costos de producción y stock de repuestos.

Por ser los equipos de marca reconocidas en este rubro, mantener un stock de repuestos, encarece toda la operación, por ello se dado un mapeo a los repuestos consumibles y críticos o estratégicos, y se ha enfocado a tener un stock mínimo necesario de repuestos críticos para la operación, y además se tiene la Supervisor, verificando los planes de mantenimiento y el cumplimiento de los mismos, y el seguimiento diario con el check list, antes y después de la jornada de trabajo, además el traslape entre turnos, de los mismos operadores. Parte del proceso también forma parte nuestro Cargador frontal y volquetes, que

también se está teniendo el cuidado necesario para en adelante realizarlos con personal propio, ya que ahora se terceriza, además por un tema de garantía.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la propuesta de mejora incrementa la Eficiencia Global de los Equipos de la empresa de agregados RANTON S.A.C. de 57% a 77%.
2. Se diagnosticaron problemas en la gestión actual que afectan negativamente la Eficiencia Global de los Equipos de la empresa de agregados RANTON S.A.C. Estas son: Deficiente mantenimiento preventivo, falta señal de ayuda visual entre etapas y capacitación.
3. Se está proponiendo una capacitación en cada tipo de equipo (Chancadora de mandíbula, chancadora cónica, fajas transportadoras, zarandas vibratorias, sistemas de lubricación y engrase), hoy en día hay instituciones Tecnológicas y Universitarias, que brindar capacitaciones enfocadas en estos tipos de equipos. Con ello se mejorará la disponibilidad y la confiabilidad.
4. Se emplearon métodos y herramientas de la ingeniería industrial para incrementar la Eficiencia Global de los Equipos de la empresa de agregados RANTON S.A.C., como plan de mantenimiento preventivo, matriz AMEF, herramienta Andon y capacitación.
5. Con la tecnología ANDON, se optimizaría el proceso en el circuito de chancado, ya que los equipos estarían cargados todo el tiempo y sin vacíos, que implicaría tiempos muertos del proceso, ya que avisaría en el momento y zona exacta donde se está presentando la deficiencia, y alertaría a los operadores.
6. Al mapear todos los equipos con sus partes críticas, se tiene una radiografía del proceso a nivel técnico, y con ello contribuiría también con la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, ya que, ante una falla imprevista, los operadores se avocarían directamente a resolver la falla, y se disminuirá los tiempos de respuesta.
7. La capacitación al Personal de Calidad, también contribuye a la productividad, ya que de él depende el tipo de área a explotar, por el lado de la dureza (mayor tiempo de trituración para el tamaño deseado)

y lo opuesto, muy frágil (que origina muchos finos o granimetría muy por debajo de lo solicitado por el cliente). Por ello la aptitud del personal es clave en este tipo de procesos.

VII. RECOMENDACIONES

Habiendo analizado los resultados en esta investigación, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. La capacitación en materiales, prospectiva y procesos, debe realizarse de manera transversal en la organización, de manera que el personal operativo y de calidad, esté actualizado con las nuevas teorías.
2. El programa de mantenimiento debe actualizarse y mejorarse constantemente. Las duras condiciones en las que operan los equipos, demanda medir la validez de las frecuencias de inspección y cambio de piezas.
3. Periódicamente evaluar la data de productividad, eficiencia, MTBF, MTTR, Disponibilidad y Confiabilidad, para compararla con el costo de mantenimiento y el lucro cesante. Estos permitirán visualizar con anticipación, el momento de renovar equipos.
4. El proceso de chancado y molienda, genera los mayores costos operacionales dado el alto consumo de energía y, además de repuestos. Es una premisa en este rubro, que chancar es más barato que moler y que mientras menor sea el tamaño de las rocas que llegan de la cantera, más fácil será obtener la granulometría requerida por el cliente.
5. Estar pendientes de las novedades tecnológicas, que podrían mejorar los resultados productivos y económicos de la empresa. Por ejemplo, *Columbia Steel* ha patentado un nuevo manto cónico, que incrementa sosteniblemente el rendimiento de la chancadora y mejora su vida útil. De manera similar, se debe evaluar el uso de sistemas de digitalización que interconecte todos los equipos del proceso, que, unido a las habilidades de un personal capacitado, serán capaces de analizar en línea y facilitar la toma de decisiones.
6. Mantener una buena relación amical y hasta fraternal con los pares de rubro, para ayudarse con la información de las innovaciones tecnológicas, del día a día que pasa en el mundo, y de esa manera estar un paso adelante con la competencia, con ello optimizar nuestros

tiempos y recursos, que todo conlleva a incrementar nuestra producción y disminuir los costos y gastos.

REFERENCIAS

- Alavedra, C., Gastelu, Y., Méndez, G., Minaya, C., Pineda, B., Prieto, K. y Moreno, C. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería industrial*, (034), 11-26. Recuperado de https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/529
- Alavian, P., Eun, Y., Liu, K., Meerkov, S. y Zhang, L. (2019). Las estimaciones precisas (α , β) de MTBF y MTTR: definiciones, cálculos y efecto inducido en la evaluación de la eficiencia de la máquina. *IFAC-PapersOnLine*, 52 (13), 1004-1009. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9180078>
- Alban, B. (2017). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la Empresa Construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad* (Tesis de Grado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú. Recuperado de <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/798>
- Álvarez, A. y Defaz, S. (2019). Relación entre la capacitación del personal y productividad en la industria manufacturera de productos alimenticios del cantón Manta-Ecuador. Recuperado de <http://201.159.223.180/handle/3317/13605>
- Angel, R. y Olaya, H. (2014). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel. Recuperado de <https://repositorio.utp.edu.co/handle/11059/4620>
- Blanco, J. y Duque, O. (2018). Ingeniería de mantenimiento basada en confiabilidad a los equipos altamente críticos de la Empresa Comercializadora LICRATEX C.A. *Mundo Fesc*, 8(15), 41-48.
- BSG Institute (2022). *¿Qué es Gestión del Mantenimiento?* Recuperado de <https://bsginstitute.com/SubArea/Gestion-del-Mantenimiento#:~:text=Gesti%C3%B3n%20del%20Mantenimiento%20es%20el,aver%C3%ADas%20de%20m%C3%A1quinas%20y%20equipos>.

- Ccoyo, C. (2021). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa Inversiones Millma Perú S.A.C.* (Tesis de Grado). Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4130/Cristhian%20Ccoyo_Tesis_Titulo%20Profesional_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chacaltana, J. y García, N. (2001). *Reforma laboral, capacitación y productividad.* Recuperado de <https://cendoc.esan.edu.pe/fulltext/e-documents/oit/139.pdf>
- Chacón, H. (2020). *Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de los equipos de chancado secundario en una empresa minera* (Tesis de Grado). Universidad Peruana los Andes, Huanyaco, Perú. Recuperado de
- Colmenares, O. y Villalobos, D. (2014). Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo. *Ingenium Revista de la facultad de ingeniería*, 15(30), 23-27. Recuperado de <http://www.revistas.usb.edu.co/index.php/Ingenium/article/view/1355>
- Construval Ingeniería (2020). *Materiales de cantera: ¿Qué son los agregados y los pétreos?* Recuperado de <https://construvaling.com/materiales-de-cantera-que-son-los-agregados-y-los-petresos/>
- Damy, T., Costes, B., Hagège, A., Donal, E., Eicher, J., Slama, M. y Buxbaum, J. (2016). Prevalence and clinical phenotype of hereditary transthyretin amyloid cardiomyopathy in patients with increased left ventricular wall thickness. *European heart journal*, 37(23), 1826-1834. Recuperado de <https://academic.oup.com/eurheartj/article-abstract/37/23/1826/1748846>
- David, V., de Estudios, T., Laura, A., Flores, D. y Martinez, J. Tecnología inalámbrica aplicada a un sistema Andon: inmersión de las PYMES a la Industria 4.0. Recuperado de <http://fcqi.tij.uabc.mx/usuarios/revistaaristas/numeros/N14/26.pdf>
- De la Vega, M. (2021). *Perú puede tener un boom en la construcción.* Recuperado de <https://elperuano.pe/noticia/119555-peru-puede-tener-un-boom-en-la-construccion>

- Eurofins (2021). *Cómo crear un plan de mantenimiento preventivo*. Recuperado de <https://envira.es/es/como-crear-plan-mantenimiento-preventivo/>
- Figo, E. (2020). *¿Qué es la capacitación?* Recuperado de <https://www.forodeseguridad.com/artic/rrhh/7011.htm>
- Grados, J. A. (2001). *Capacitación y desarrollo de personal*. Editorial Trillas. Recuperado de http://cdt.umar.mx:8080/jspui/handle/cdt_umar/124
- González, J. Myer, R. y Pachón-Muñoz, W. (2017). La evaluación de los riesgos antrópicos en la seguridad corporativa: del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) a un modelo de evaluación integral del riesgo. *Revista Científica General José María Córdova*, 15(19), 269-289. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-65862017000100269
- Heidelberg Cement Group (2022). *Nuestro grupo*. Recuperado de <https://www.fym.es/es/heidelbergcement-group>
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill Mexico
- Hurtado, D. y Cardona, E. (2016). Identificación de las ideas de negocio para la creación de empresa en la población desplazada de Florencia, Colombia. *Revista de Investigación Desarrollo e Innovación: RIDI*, 7(1), 37-48. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6763117>
- Ibarra, V. y Ballesteros, L. (2017). *Manufactura esbelta*. *Conciencia Tecnológica* 53(1). Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/944/94453640004/html/>
- IRIM (2020). *¿Quieres saberlo todo sobre la elaboración de un plan de mantenimiento?* Recuperado de <http://www.renovetec.com/irim/sobre-mantenimiento/planes-de-mantenimiento/que-es-un-plan-de-mantenimiento>
- ISOTools (2019). *Matriz AMFE*. Recuperado de <https://www.isotools.org/2019/07/12/matriz-amfe-o-analisis-modal-de-fallos-y-efectos/#:~:text=Matriz%20AMFE->

,La%20matriz%20AMFE%20o%20an%C3%A1lisis%20modal%20de%20fallos%20y%20efectos,encuentra%20en%20fase%20de%20dise%C3%B1o.

- Jaureguiberry, M. (2020). *¿Qué es la capacitación?* Recuperado de <https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/segumar/Laura/material/Que%20es%20la%20Capacitaci%F3n.pdf>
- Jiménez, M., Ferre, G. y Álvarez-Ude, F. (2017). Estrategias para aumentar la seguridad del paciente en hemodiálisis: Aplicación del sistema de análisis modal de fallos y efectos (sistema AMFE). *nefrología*, 37(6), 608-621. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0211699517301108>
- Kullstam, P. (1981). Disponibilidad, MTBF y MTTR para sistema reparable M de N. *IEEE Transactions on Reliability*, 30 (4), 393-394. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5221134/>
- Maldonado, G. (2008). Herramientas y técnicas lean manufacturing en sistemas de producción y calidad. Recuperado de <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/226>
- Mateus, O. (2015). Metodología AMFE como herramienta de gestión de riesgo en un hospital universitario. *Cuadernos latinoamericanos de administración*, 11(20), 37-49. Recuperado de <https://revistacolombianadeenfermeria.unbosque.edu.co/index.php/cuaderlam/article/view/627>
- Martínez, J. (2020). El sistema ANDON, como herramienta fundamental para disminuir el tiempo de respuesta y eliminar los defectos en línea de panel. *Revista de Ingeniería Industrial* 4(12), 30-41. Recuperado de https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industrial/vol4num12/Revista_de_Ingenieria_Industrial_V4_N12_3.pdf
- Neira, J. y Velásquez, M. (2017). Aplicación de las metodologías 8D y AMFE para reducir fallos en una fábrica de refrigeradoras. *Industrial data*, 20(2), 61-70. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/816/81653909009.pdf>
- Ortega, J. (2017). Cómo se genera una investigación científica que luego sea

- motivo de publicación. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 8(2), 155-156. Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942017000200008
- Pérez, J. (2020). *Andon- Control visual: Qué es, tipos y ejemplos de aplicación*. Recuperado de: <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/andon-control-visual-qu%C3%A9-es-tipos-y-ejemplos-de-aplicaci%C3%B3n>
- Serneguet, M. (2018). *10 pasos para crear un plan de mantenimiento preventivo*. Recuperado de <https://www.datadec.es/blog/pasos-plan-mantenimiento-preventivo>
- Sosa, J., Quijada, J., Ontiveros, M., Montoya, P. y Hernández, A. (2018). Mantenimiento industrial en máquinas herramientas por medio de AMFE. *Revista Ingeniería Industrial*, 17(3). Recuperado de <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/3923>
- Suárez, J. (2015). *Análisis de los efectos de la implementación de un sistema Andon en una planta ensambladora de vehículos para el aumento de la productividad: caso Aymesa SA* (Master's thesis, PUCE). Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/9722>
- Vega, A. (2017). Implementación del Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la Empresa Grúas América SAC Santa Anita, 2017. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1978> de
- Vega, J., Borbor, R. y Morales, F. (2018). Educación inclusiva: Un nuevo reto para la labor docente en el siglo XXI. *Infometric@-Serie Sociales y Humanas*, 1(2). Recuperado de <http://www.infometrica.org/index.php/ssh/article/view/78>
- Villaseñor, A., Galindo, E. (2007). Manual de Lean Manufacturing, guía básica. Editorial Limusa. México. Recuperado de <https://dspace.scz.ucb.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/12516/1/9879.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable 1: Plan de mejora	Conjunto de acciones, orientadas a incrementar la eficiencia de la planta procesadora de agregados.	Conjunto de actividades para mejorar el OEE de la planta productora de agregados, dirigidas para incrementar la disponibilidad, la eficiencia y la calidad de la producción.	Eficiencia	$\frac{\text{Eficiencia real}}{\text{Eficiencia teórica}} \times 100$	Tasa o razón
			Disponibilidad de maquina	$\frac{\text{Tiempo util}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$	Tasa o razón
			Tasa de calidad	$\frac{\text{Producción util}}{\text{Total procesado}} \times 100$	Tasa o razón
Variable 2: Eficiencia global.	OEE es el producto de tres parámetros importantes. estos son: disponibilidad de equipo, rendimiento de calidad y rendimiento en tiempo de ciclo. (Wilson, L., 2010)	Es la obtención del producto de: la disponibilidad por la eficiencia por la tasa calidad x 100.	Eficiencia Global de los Equipos OEE	Eficiencia x Disponibilidad x Tasa de calidad x 100	Tasa o razón

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos Cuestionario a directivos

El presente cuestionario tiene por finalidad recoger información proveniente de los directivos, que permitirá conocer el entorno donde se realiza el proceso productivo.


INSTRUCCIONES:

El cuestionario consta de 10 ítems. Cada ítem incluye cinco alternativas de respuestas. Lea con mucha atención cada ítem y las opciones de las repuestas que le siguen. Para cada ítem marque sólo una respuesta con una equis (x) en el recuadro que considere que se aproxime más según su percepción.

Totalmente en desacuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5

1. ¿Cuándo fue la última capacitación que recibió el personal? ¿Cuáles fueron los temas?
2. ¿Cuánto tiempo de experiencia en este trabajo tiene el personal en promedio?
3. ¿El personal conoce perfectamente sus obligaciones y responsabilidades?
4. ¿El personal maneja correctamente los planes de contingencia?
5. ¿Se cumple regularmente el programa de producción? Si la respuesta fuese negativa, ¿Cuáles son las causas?
6. ¿Se miden con indicadores la eficiencia de la planta?
7. ¿Se aplica mejora continua?
8. ¿Hay capacidad de producción disponible?
9. ¿Se siente usted complacido de trabajar en esta empresa?
10. ¿Existen planes de crecimiento?

Pregunta realizada a los directivos	Puntaje 0 - 5
1. ¿Cuándo fue la última capacitación que recibió el personal? . ¿Cuáles fueron los temas?	4
2. ¿Cuánto tiempo de experiencia en este trabajo tiene el personal en promedio?	4
3. ¿El personal conoce perfectamente sus obligaciones y responsabilidades?	5
4. ¿El personal maneja correctamente los planes de contingencia?	4
5. ¿Se cumple regularmente el programa de producción?. Si la respuesta fuese negativa, ¿Cuáles son las causas?	5
6. ¿Se miden con indicadores la eficiencia de la planta?	5
7. ¿Se aplica mejora continua?	4
8. ¿ Hay capacidad de producción disponible?	5
9. ¿Se siente usted complacido de trabajar en esta empresa?	3
10. ¿Existen planes de crecimiento?	4

Ramiro Mas McGowen 

Nombre del Experto y Firma

CIP 18034

Cel 989 457287

Consultor de empresas en productividad y reducción de costos. Ingeniero industrial.

U.N.T.

Pregunta realizada a los directivos	Puntaje 0 - 5
1. ¿Cuàndo fue la última capacitaciòn que recibió el personal? . ¿Cuàles fueron los temas?	5
2. ¿Cuànto tiempo de experiencia en este trabajo tiene el personal en promedio?	4
3. ¿El personal conoce perfectamente sus obligaciones y responsabilidades?	4
4. ¿El personal maneja correctamente los planes de contingencia?	5
5. ¿Se cumple regularmente el programa de producciòn?. Si la respuesta fuese negativa, ¿Cuàles son las causas?	5
6. ¿Se miden con indicadores la eficiencia de la planta?	5
7. ¿Se aplica mejora continua?	5
8. ¿ Hay capacidad de producciòn disponible?	5
9. ¿Se siente usted complacido de trabajar en esta empresa?	4
10. ¿Existen planes de crecimiento?	4

Alfredo Valdiviezo Còrdova



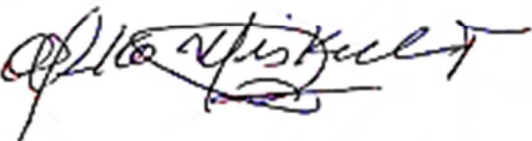
Nombre del Experto y Firma

CIP 18034

Cel 949 243174

Empresario, experto en logística de obras públicas. Ingeniero Industrial, U.N.T.

Pregunta realizada a los directivos	
1. ¿Cuándo fue la última capacitación que recibió el personal? . ¿Cuáles fueron los temas?	4
2. ¿Cuánto tiempo de experiencia en este trabajo tiene el personal en promedio?	4
3. ¿El personal conoce perfectamente sus obligaciones y responsabilidades?	5
4. ¿El personal maneja correctamente los planes de contingencia?	5
5. ¿Se cumple regularmente el programa de producción?. Si la respuesta fuese negativa, ¿Cuáles son las causas?	5
6. ¿Se miden con indicadores la eficiencia de la planta?	5
7. ¿Se aplica mejora continua?	5
8. ¿ Hay capacidad de producción disponible?	5
9. ¿Se siente usted complacido de trabajar en esta empresa?	4
10. ¿Existen planes de crecimiento?	4

Danko Miskulin Jimenez 

Nombre del Experto y Firma


CIP 18034


Cel 986 734384

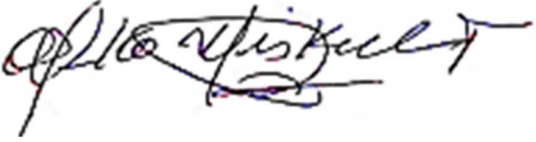
Empresario, experto en procesos industriales. Ingeniero Químico U.N.T.

Anexo 3: Ficha de validación de contenido del instrumento

Cuestionario: Dirección por valores

Nombre del instrumento	Cuestionario de dirección por valores
Objetivo del instrumento	Medir el nivel de dirección por valores
Nombres y apellidos del experto	Ramiro Fernando Mas McGowen
Documento de identidad	10552903
Años de experiencia en el área	40
Máximo Grado Académico	Ingeniero
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Nacional de Trujillo
Cargo	Consultor y docente
Número telefónico	989 457287
Firma	
Fecha	17 de mayo del 2022

Nombre del instrumento	Cuestionario de dirección por valores
Objetivo del instrumento	Medir el nivel de dirección por valores
Nombres y apellidos del experto	Alfredo Heñ Valdiviezo Córdova
Documento de identidad	17904957
Años de experiencia en el área	38
Máximo Grado Académico	Ingeniero
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Nacional de Trujillo
Cargo	Empresario
Número telefónico	949 243174
Firma	
Fecha	17 de mayo del 2022

Nombre del instrumento	Cuestionario de dirección por valores
Objetivo del instrumento	Medir el nivel de dirección por valores
Nombres y apellidos del experto	Danko Miskulin Jiménez
Documento de identidad	11252803
Años de experiencia en el área	38
Máximo Grado Académico	Ingeniero químico
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Nacional de Trujillo
Cargo	Empresario, Asesor en procesos químicos
Número telefónico	986 734384
Firma	
Fecha	17 de mayo del 2022

Anexo 4: Contrato de suministro de agregados

DISTRIBUIDORA NORTE PACASMAYO S.R.L.

Calle La Colonia N° 150, Urbanización El Vivero, Santiago de Surco, Lima
Telf.: 317-6000 / Fax: 317-6099

CONTRATO DE SUMINISTRO DE AGREGADOS

6012-0010/2020

Conste por el presente documento, el **Contrato de Suministro de Agregados** que celebran:

- (i) **DISTRIBUIDORA NORTE PACASMAYO S.R.L.**, identificada con RUC N° 20131644524, con domicilio en Calle La Colonia N° 150, Urbanización El Vivero, distrito de Santiago de Surco, provincia y departamento de Lima debidamente representada por el señor Carlos Julio Pomarino Pezzia, identificado con DNI N° 07854255 y el señor Manuel Bartolomé Ferreyros Peña, identificado con DNI N° 08230897 según poderes inscritos en la Partida Electrónica N° 11003970 del Registro de Personas Jurídicas de Trujillo, a quien en adelante se le denominará "**DINO**" y, de la otra parte;
- (ii) **RANTON S.A.C.**, con RUC N° 20557268848 (en adelante, **EL PROVEEDOR**), con domicilio en Calle Los Amancaes N° 554, Urb. Jardines Virú-Bellavista, Provincia Constitucional del Callao y departamento de Lima, debidamente representada por el señor Raúl Anton Sagástegui, identificado con DNI N° 41941722, según poderes inscritos en la Partida Electrónica N° 11008993 del Registro de Personas Jurídicas de San Pedro de Lloc; en los términos y condiciones siguientes:




PRIMERA: ANTECEDENTES

- 1.1 **DINO** es una empresa constituida y existente bajo las leyes de la República del Perú con amplia experiencia en la distribución a nivel nacional de cemento y productos derivados de éste, así como de otros materiales de construcción, que para el desarrollo de sus actividades cuenta con Plantas Industriales, siendo una de ellas la **Planta Piura** ubicada en la Carretera Piura Paita Km.3 Fundo Santa Martha (Ex Fundo Coscobamba) Piura-Piura-Piura (en adelante la **Planta**) y con la **Unidad Sojo 03** ubicada a 52 km de la Planta de concreto de la Planta Piura, distrito de Miguel Checa, Provincia de Sullana, Departamento de Piura (en adelante, la "**Unidad**").
- 1.2 Para el desarrollo de sus actividades, **DINO** requiere del abastecimiento de agregados de piedra (en adelante los "**Agregados**") para su **Planta o para el destino que DINO le indique según su necesidad**. Para tal efecto se adjuntan las hojas de ruta en cuyo caso, **EL PROVEEDOR** podrá actualizar su Propuesta usando como base los precios unitarios presentados en la licitación para la adjudicación del presente contrato.
- 1.3 En consecuencia, **DINO** necesita contar con un suministro que le asegure el oportuno abastecimiento de los **Agregados**.
- 1.4 A efectos de la selección del proveedor que cumpla con los requerimientos y necesidades de **DINO** para asegurar el oportuno abastecimiento de los **Agregados**: con fecha **16 de Mayo del 2019**, **DINO** convocó a un proceso de licitación privada conforme a los requerimientos que se señalaban en las bases de licitación, las mismas que se adjuntan forman parte del presente contrato en calidad de Anexo 5.
- 1.5 Por su parte, **EL PROVEEDOR** participó del proceso de licitación privada de suministro de agregados convocado por **DINO** para efectos de la adjudicación del presente contrato, y fue adjudicado en el marco de referido proceso, considerando que **EL PROVEEDOR** presentó la mejor oferta técnico-económica y que se encuentra legalmente autorizado para producir, comercializar y abastecer los **Agregados a DINO**, para lo cual declara contar con todas las autorizaciones, permisos y licencias correspondientes conforme a la normativa vigente, las cuales ha gestionado a su costo, para el desarrollo del presente servicio. No obstante, en caso sea necesario que **EL PROVEEDOR** gestione nuevos permisos, autorizaciones o licencias que impliquen un

RAUL ANTON SAGASTEGUI
GERENTE GENERAL
RANTON S.A.C.



Anexo 5: Programa de mantenimiento

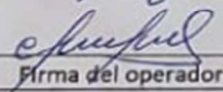
		Plan de Mantenimiento Diario	
REALIZADO		Fecha: 26-09-2022	SI () o NO (X)
		Operador: MALDONADO CARABEZA	
		Supervisor: N. P. E.	
TRABAJO A REALIZAR		PROCEDIMIENTOS	
INSPECCIÓN DE BARRAS TRANSPORTADORAS		LIMPIEZA DE POLVOS DE CARGA Y RETORNO DE TODA LA SALA INSPECCIÓN DE EMPALMES DE BARRAS TRANSPORTADORAS INSPECCIÓN DE MOTOREDUCTORES	
INSPECCIÓN DE ZARANDA TALLERES 1 Y 2		INSPECCIÓN DE AJUSTE DE MALLAS AUTOLUBRICANTES AJUSTE DE PERROS TENSORES EN MALLAS AUTOLUBRICANTES INSPECCIÓN DE FALSA DE TRANSMISIÓN	
INSPECCIÓN DE GRUPLICADORA SANÓVIC		INSPECCIÓN Y AJUSTE DE PERROS EN BASE Y SOPORTE DE MOTOR INSPECCIÓN DE NEVILAS DE CHUBES DE DESCARGA INSPECCIÓN DE FRASE DE TRANSMISIÓN INSPECCIÓN DE FILTRO DE SUCCIÓN DE AIRE	
INSPECCIÓN DE TRITURADORA DE QUIJOTES TIPO		INSPECCIÓN DE TUERCA Y MANDO INSPECCIÓN Y AJUSTE DE PERROS EN CURBAS LIMPIEZA MECÁNICA EN SISTEMA DE TRANSMISIÓN (MOTOR Y POLVA)	
INSPECCIÓN ZARANDA SANÓVIC		LUBRICACIÓN PUNTO DE ENGRASE DE CHANGACORRA (4 PUNTOS) INSPECCIÓN DE MALLAS CLASIFICADORAS Y PERROS DE SUJECIÓN LUBRICACIÓN DE PUNTO DE ENGRASE INSPECCIÓN DE CHUBES DE DESCARGA INSPECCIÓN DE MOTOR INSPECCIÓN DE RESORTES INSPECCIÓN DE FRASE DE TRANSMISIÓN	
OBSERVACIONES: FALTA DE LUBRICACIÓN EN ZONA DE CHANGACORRA.			
 OPERADOR		N. P. E.  MECÁNICO	

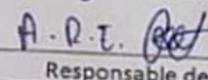
Anexo 6: Check List de mantenimiento

FECHA: 22 / 03 / 22	HORA: 7:00 AM	TURNO: DIA	M.PRIMA: HORMIGON
H.I: 5:00 AM	H.F:	H. TRABAJADAS:	
OPERADOR: Heberto Colorado		SUPERVISOR: Alex Ruiz	
CORRECTO <input checked="" type="checkbox"/>		INCORRECTO <input checked="" type="checkbox"/>	
NO USA <input type="checkbox"/>			

1. ZARANDA SANDVIK			
1.1. Mallas (estado de mallas)	<input checked="" type="checkbox"/>	1.2. Estructura (rajaduras)	<input checked="" type="checkbox"/>
1.4. Poleas y Fajas de Transmisión	<input checked="" type="checkbox"/>	1.5. Mata golpes	1.3. Motor eléctrico Principal
2. CHANCADORA SANDVIK			
2.1. Tuerca y Manto	<input checked="" type="checkbox"/>	2.2. Unidad De Lubricación	<input checked="" type="checkbox"/>
2.4. Calibración	<input checked="" type="checkbox"/>	2.5. Motor eléctrico Principal	2.3. Mangueras Hidráulicas
2.7. Nivel de aceite	<input checked="" type="checkbox"/>	2.8. Polea y Fajas de transmisión	2.6. Motor ventilador y radiador
3. CHANCADORA DE QUIJADAS - TRIO			
3.1. Estado de Quijadas	<input checked="" type="checkbox"/>	3.2. Motor eléctrico Principal	<input checked="" type="checkbox"/>
3.4. Calzas y Muelles	<input checked="" type="checkbox"/>	3.5. Polea y Fajas de transmisión	3.3. Limpieza y Engrase
4. ZARANDA FACOL 01			
4.1. Mallas (Estado de las Mallas)	<input checked="" type="checkbox"/>	4.2. Estructura (rajaduras)	<input checked="" type="checkbox"/>
4.4. Polea y Fajas de transmisión	<input checked="" type="checkbox"/>	4.5. Limpieza y engrase	4.3. Motor eléctrico Principal
5. ZARANDA FACOL 02			
5.1. Mallas (Estado de las Mallas)	<input checked="" type="checkbox"/>	5.2. Estructura (rajaduras)	<input checked="" type="checkbox"/>
5.4. Polea y Fajas de transmisión	<input checked="" type="checkbox"/>	5.5. Limpieza y engrase	5.3. Motor eléctrico Principal
6. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y ABASTECIMIENTO			
6.1. Material en la tolva (zóloros y otros)	<input checked="" type="checkbox"/>	6.2. Bandeja vibratoria (cadena y nivel)	<input checked="" type="checkbox"/>
6.4. Limpieza de la zona	<input checked="" type="checkbox"/>		6.3. Vibradores eléctricos
7. FAJAS TRANSPORTADORAS			
7.1. Chumaceras	<input checked="" type="checkbox"/>	7.2. Polin de cola	<input checked="" type="checkbox"/>
7.4. Polines guías y de carga	<input checked="" type="checkbox"/>	7.5. Polines de retorno	7.3. Polin motriz
7.7. Empalmes y guardas	<input checked="" type="checkbox"/>	7.8. Motoreductor (acople, aceite, fajas)	7.6. Estado de la faja transportadora
			7.9. Limpieza de la Zona
8. SEGURIDAD			
8.1. Paradas de emergencia	<input checked="" type="checkbox"/>	8.2. Pull cord	<input checked="" type="checkbox"/>
8.4. Barandas Facsol 01	<input checked="" type="checkbox"/>	8.5. Barandas Facsol 02	8.3. Barandas Sandvik
			8.6. Guardas de seguridad de fajas

Observaciones: 31 desgastados. / 61 arena x entrada grande / 7.2 faja 671 arena / a da 7.5 faja 671 malograda (2) / 7.7 faja de arena de zaranda sandvik, hormigon rehabilitadora arena sandvik y arena de facsol 2 despegandose. 7.7 reductor de faja 671, salud de trio y 8.9 con fuga de aceite. 1 faja 671 y hormigon no funcionan / 8.2 faja 671 y hormigon malogrados.


 Firma del operador


 Responsable de Mantenimiento

Detector de metales no funciona
 chuma de 67.1 y lo que lleno a chancadora con huesos.
 Parrilla de Tolva de Hormigon x soldar

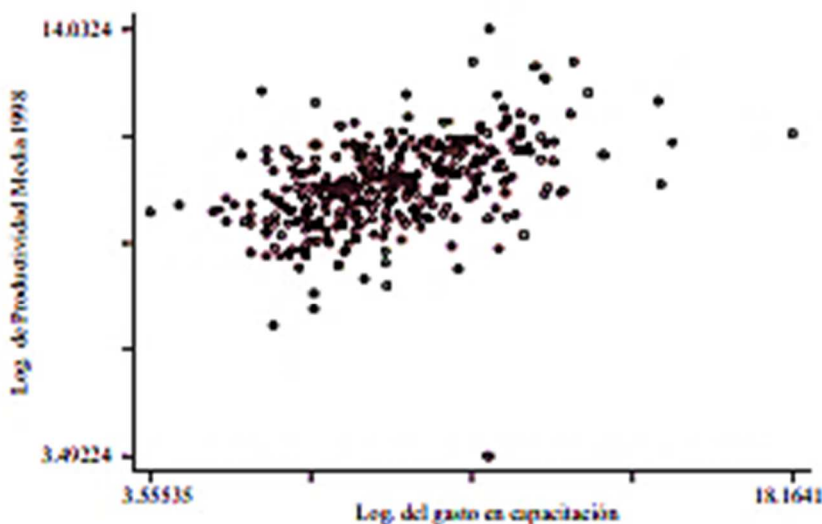
Anexo 7: Efecto de la capacitación sobre la productividad – Informe OIT

- ¿Porqué no invierten más las empresas en la capacitación de sus trabajadores?

Al observar estos datos surge la siguiente interrogante: ¿por qué capacitan las empresas a sus trabajadores? En realidad, existe una amplia discusión conceptual respecto a las condiciones bajo las cuales los empresarios encuentran incentivos para capacitar a sus trabajadores. La teoría económica estándar predice que los empresarios tienden a invertir en la capacitación de sus trabajadores, siempre que vayan a obtener retornos a esta inversión.

Mientras las empresas esperan que estos retornos se traduzcan en incrementos en productividad, por el lado de los trabajadores se espera que exista una mejora en los ingresos. Con respecto a la productividad, el Gráfico 5 muestra la relación existente entre los niveles de capacitación de las empresas y los niveles de productividad aparente en las mismas, definida esta última como la relación entre el valor agregado y el número de trabajadores. Se observa que existe una relación directa; es decir, a mayor capacitación, mayor es el nivel agregado por trabajador producido por la empresa.

Gráfico 5
Gasto en capacitación y producción laboral



Fuente: Elaboración propia. Encuesta Económica Anual 1997-1998, MITINCI

En el caso de los retornos en términos de mejoras para los trabajadores, Jaime Saavedra y Juan Chacaltana (2000) han encontrado que la capacitación en las empresas entre trabajadores jóvenes tiene retornos de 53% en términos de ingresos laborales, frente a 32% de la capacitación recibida en institutos superiores tecnológi-

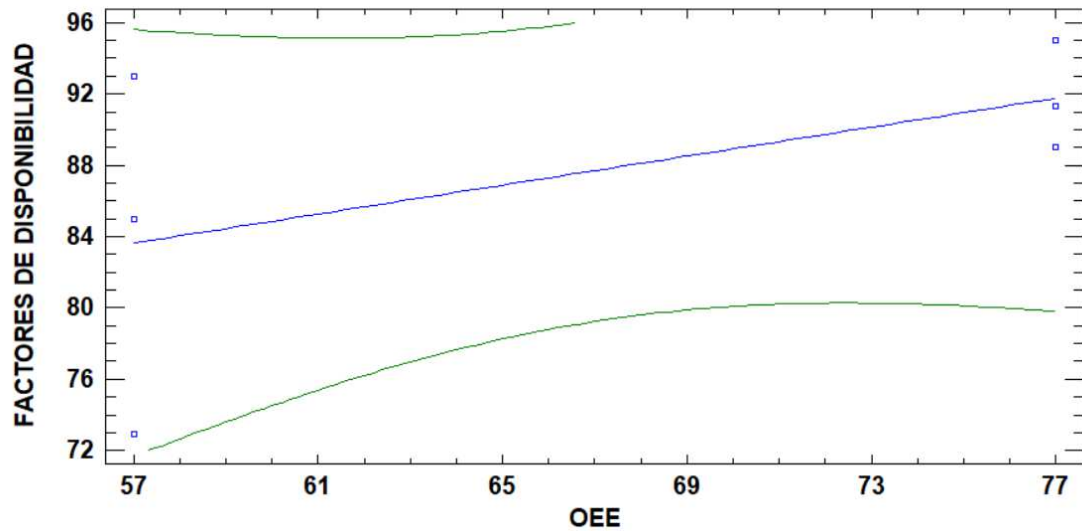
cos, 22% en centros de formación sectorial, 12% en universidades y 3% en centros de educación ocupacional.

Ahora bien, si existe relativo consenso respecto a que la capacitación es altamente beneficiosa, no sólo para los trabajadores sino también para

Fuente. Reforma laboral, capacitación y productividad (Chacaltana y García, 2001)

Anexo 8: Correlación de las variables

Gráfico del Modelo Ajustado
FACTORES DE DISPONIBILIDAD = 60.4533 + 0.406667*OEE



R = 1	correlación perfecta
0.8 < R < 1	correlación muy alta
0.6 < R < 0.8	correlación alta
0.4 < R < 0.6	correlación moderada
0.2 < R < 0.4	correlación baja
0 < R < 0.2	correlación muy baja
R = 0	correlación nula

Anexo 9: Lista de equipos de chancado.

	EQUIPO	DATOS Técnicos.	AÑO
1	TOLVA METALICA 3.6X2.5M 20M3	CAPACIDAD : 20 M3	2011
2	BANDEJA VIBRATORIA	MOTOVIBRADOR 0.66KW 3600RPM 750KGF /	2012
3	FAJA DE ALIMENTACION	FAJA TRANSPORTADORA 24"X15M 70TM/H 10HP	1990
4	ZARANDA VIBRATORIA	ZARANDA VIBRATORIA 3'X10' 3DECKS	2013
5	CHANCADORA DE MANDIBULAS	CHANCADORA QUIJADA CT1048 X800MM 75HP	2011
6	FAJA TRANSPORTADORA FINLAY 424	24 X 10 MTS 10HP	1990
7	ZARANDA VIBRATORIA	ZARANDA VIBRATORIA 3'X10' 3DECKS 60TN/HR 6.5HP	2013
8	FAJA TRANSPORTADORA FINLAY 424	24 X 10 MTS 10HP	1990
9	FAJA TRANSPORTADORA FINLAY 524	24 X 15 MTS 10HP	1990
10	FAJA TRANSPORTADORA	FAJA TRANSPORTADORA 20"X 12M 7.5HP	2011
11	FAJA TRANSPORTADORA	FAJA TRANSPORTADORA 24"X15M 50TM/H	2014
12	FAJA TRANSPORTADORA	FAJA TRANSPORTADORA 24"X15M 50TM/H	2014
13	FAJA TRANSPORTADORA	FAJA DE 24 X 16 MT 10HP	1990
14	FAJA TRANSPORTADORA FINLAY 524	24 X 15 MTS 10HP	1990
15	FAJA TRANSPORTADORA FINLAY 524	24 X 15 MTS 10HP	1990
16	FAJA TRANSPORTADORA FINLAY 524	24 X 15 MTS 10HP	1990
17	FAJA TRANSPORTADORA	FAJA TRANSPORTADORA 20"X15M 7.5HP	2011
18	FAJA TRANSPORTADORA	FAJA TRANSPORTADORA 24"X15M 50TM/H	2014
19	ZARANDA VIBRATORIA	SIMPLICITY 6'X 16' 04 DECKS 40HP 2EJES	1990
20	CHANCADORA PEGSON	AUTOCONE 900	1990
21	DETECTOR DE METALES	DETECTOR METALES S-300C	2014
22	CARGADOR FRONTAL	CAT 962	2015

Anexo 10: Carta del estudiante solicita a empresa, uso de información

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”.

Pacasmayo, 03 de junio de 2022

Señor (a):

RAUL ANTON BECERRA

Gerente General

RANTON S.A.C.

Presente.-

Es grato dirigirme a usted para saludarlo, y a la vez manifestarle que dentro de mi formación académica en la experiencia curricular de investigación del X ciclo, se contempla la realización de una investigación con fines netamente académicos /de obtención de mi título profesional al finalizar mi carrera.

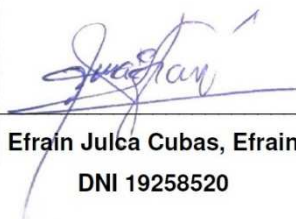
En tal sentido, considerando la relevancia de su organización, solicito su colaboración, para que pueda realizar mi investigación en su representada y obtener la información necesaria para poder desarrollar la investigación titulada:

“Plan de mejora en la Eficiencia Global de los Equipos de una empresa de agregados, Piura 2021”. En dicha investigación me comprometo a mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa, salvo que se crea a bien su socialización.

Se adjunta la carta de autorización de uso de información y publicación, en caso que se considere la aceptación de esta solicitud para ser llenada por el representante de la empresa.

Agradeciéndole anticipadamente por vuestro apoyo en favor de mi formación profesional, hago propicia la oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



Efraín Julca Cubas, Efraín
DNI 19258520

Anexo 11: Autorización de empresa, uso de información.

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo RAUL DANIEL ANTON BECERRA, identificado con DNI 19228127,
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
en mi calidad de GERENTE GENERAL del área de GERENCIA GENERAL
(Nombre del área de la empresa)
de la empresa RANTON S.A.C.
(Nombre de la empresa)
con R.U.C N° 20557268848, ubicada en la ciudad de CAL.LOS AMANCAES NRO. 554
URB. JARDINES VIRU PROV. CONST. DEL CALLAO - PROV. CONST. DEL CALLAO - BELLAVISTA

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor(a, ita,) EFRAIN JULCA CUBAS,
(Nombre completo del o los estudiantes)
Identificado(s) con DNI N° 19258520, de la (X) Carrera profesional Contabilidad /
Administración / Ingeniería Industrial, para que utilice la siguiente información de la empresa:
Inventarios de equipos y máquinas, información de producción, información del
personal, puestos laborales, información de mantenimiento e información de
gastos.
(Detallar la información a entregar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su () Informe estadístico, () Trabajo de Investigación,
(X) Tesis para optar el Título Profesional.

(X) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

() Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
(X) Mencionar el nombre de la empresa.


RAUL ANTON SAGASTEGUI
GERENTE GENERAL
RANTON
Firma y sello del Representante Legal
DNI: 19228127

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.


Firma del Estudiante
DNI: 19258520