

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA EMPRESA NUBE BLANCA E.I.R.L PARA INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD”

Tesis para optar título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autoras:

Cristell Maritzu Plasencia Florián

Patricia Fiorela Sánchez Medina

Asesor:

Mg. Ing. Karla Rossemary Sisniegas Noriega

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

Dedicamos esta investigación a nuestros padres, por su paciencia, por su cariño, por su confianza y por su sacrificio durante nuestras vidas por apoyarnos en nuestras metas profesionales y poder realizar un logro más en nuestra vida.

Cristell y Patricia.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios, a nuestros padres que con su esfuerzo y dedicación nos ayudaron a culminar nuestra carrera universitaria y que nos brindaron todo su apoyo y a toda nuestra familia por estar siempre presentes.

Asimismo, agradecemos a la Universidad Privada del Norte, por abrirnos sus puertas y permitirnos desarrollarnos profesionalmente.

A la Ing. Karla Sisniegas, gracias por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y su amistad.

INDÍCE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	10
RESUMEN.....	11
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	18
CAPÍTULO III. RESULTADOS	28
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	135
BIBLIOGRAFÍA	141
ANEXOS	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Técnicas empleadas en la recolección y análisis de datos.....	20
Tabla 2: Instrumentos y procedimiento de análisis	21
Tabla 3: Escala de medición de la encuesta	23
Tabla 4: Matriz de consistencia	24
Tabla 5: Operacionalización de variables.....	27
Tabla 6: Información general de la empresa	28
Tabla 7: Misión y Visión de la empresa Nube Blanca EIRL	28
Tabla 8: PEPSU del área de Operaciones de Nube Blanca EIRL	43
Tabla 9: Resultado ítem 1	45
Tabla 10: Resultado del ítem 2	46
Tabla 11: Resultado del ítem 3	47
Tabla 12: Resultados del ítem 4	48
Tabla 13: Resultados del ítem 5	49
Tabla 14: Resultado del ítem 6	50
Tabla 15: Resultado del ítem 7	51
Tabla 16: Resultado del ítem 8	52
Tabla 17: Resultado del ítem 9	53
Tabla 18: Resultado del ítem 10	54
Tabla 19: Precio de venta de Cal Molida	63
Tabla 20: Precio de venta de Cal granulada	63
Tabla 21: Costo de producción del Producto Final	63
Tabla 22: Mermas de piedra caliza.....	65
Tabla 23: Datos de Observación - Merma de Insumo (carbón)	68
Tabla 24: Datos de Observación - Merma de producto en proceso.....	70

Tabla 25: Identificación de la cal para uso o desecho(residuo).....	72
Tabla 26: Costo de materia prima.....	73
Tabla 27: Costo del insumo	74
Tabla 28: Costo de producto en proceso	74
Tabla 29: Magnitud e importancia del impacto generado en la calidad del aire por la actividad de la empresa Nube Blanca en el año 2019	75
Tabla 30: Resultado del Monitoreo Ambiental de PM ₁₀	76
Tabla 31: Magnitud e importancia del impacto generado por el ruido en la empresa Nube Blanca en el año 2019.....	78
Tabla 32: Resultados del Monitoreo de Ruido	79
Tabla 33: Vertidos accidentales 2019.....	80
Tabla 34:Matriz de operacionalización de la empresa Nube Blanca EIRL.....	83
Tabla 35: Especificaciones de la planta chancadora	86
Tabla 36: Cantidad producida actual y propuesta de cal molida.....	87
Tabla 37: Cantidad producida actual y propuesta de cal granulada	88
Tabla 38: Formato de pre-uso de molinos	90
Tabla 39: Mantenimiento preventivo de molinos.....	91
Tabla 40: Formato de Pre-uso de Planta Chancadora.....	92
Tabla 41: Cronograma de capacitaciones para el uso de los equipos.....	93
Tabla 42: Capacitaciones y/o talleres vivenciales	98
Tabla 43: Precio de venta de cal molida (propuesta).....	106
Tabla 44: Precio de venta de cal granulada (propuesta)	106
Tabla 45: Costo de producción del Producto Final (propuesta)	106
Tabla 46: Resultados de residuos de materia prima-propuesta	107
Tabla 47: Resultados de residuos de insumo-propuesta.....	108

Tabla 48: Formato de control de recepción del insumo	109
Tabla 49: Formato de control del insumo.....	110
Tabla 50: Resultados de residuos de producto en proceso-propuesta	112
Tabla 51: Formato de control de tiempos	113
Tabla 52: Total de merma – Propuesta.....	114
Tabla 53: Costo específico de los residuos.....	114
Tabla 54: Formato de un sistema de riego.....	116
Tabla 55: Descripción de los EPP	118
Tabla 56: Capacitación del Plan de Vertidos Accidentales.....	123
Tabla 57: Resultados de los indicadores después de la propuesta.....	124
Tabla 58: Costo por implementación (Maquinaria)	127
Tabla 59: Costo por incurrir en la instalación de la propuesta mejora	127
Tabla 60: Costo por incurrir en el mantenimiento preventivo.....	128
Tabla 61: Costo por incurrir en energía eléctrica de la propuesta de mejora	128
Tabla 62: Costo por incurrir en contratación del personal para la propuesta de mejora	129
Tabla 63: Costos en capacitaciones semestrales.....	129
Tabla 64: Costos por incurrir en los implementos de las capacitaciones	130
Tabla 65: Costo en material de registro (mensual).....	130
Tabla 66: Costo en cuidado a la salud (Anual).....	131
Tabla 67: Costos proyectados en la propuesta de mejora.....	132
Tabla 68: Costos por incurrir en la propuesta de mejora.....	133
Tabla 69: Costo proyectado por no incurrir en la propuesta	133
Tabla 70: Flujo de caja neto	134
Tabla 71: Indicadores económicos	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: :Mapa de procesos de NUBE BLANCA EIRL.....	29
Figura 2:Chancado de roca (piedra caliza).....	30
Figura 3:Chancado de Carbón.....	31
Figura 4: Llenado de hornos.....	32
Figura 5:Traslado de Cal.....	33
Figura 6:Despacho del producto final.....	34
Figura 7: Diagrama de procesos de la producción de Óxido de Calcio (Cal).....	35
Figura 8: Diagrama de Ishikawa de la empresa Nube Blanca EIRL.....	37
Figura 9: Diagrama de Operaciones.....	39
Figura 10: Balance de Masas.....	41
Figura 11: Almacén de merma de piedra caliza.....	66
Figura 12: Merma de piedra caliza.....	66
Figura 13: Merma de piedra caliza.....	67
Figura 14: Almacén de carbón.....	68
Figura 15: Merma en la fragmentación del carbón.....	69
Figura 16: Almacén de merma de producto en proceso.....	71
Figura 17: Merma en la selección de impurezas.....	71
Figura 18: Uso de aceite en el área de Producción.....	81
Figura 19: Derramamiento de aceite en el suelo.....	81
Figura 20: Planta Chancadora.....	85
Figura 21: Planta Chancadora parte lateral.....	86
Figura 22: Ejercicios - Pausas Activas.....	97
Figura 23: Especificación del carbón.....	111
Figura 24: Señalética 20km/h.....	117

Figura 25: Señalética- No tocar Bocina.....	120
Figura 26: Señalética - Apague el motor del Vehículo	120
Figura 27: Bandeja Industrial	121
Figura 28: Trapos Industriales	122
Figura 29: Kit Anti-derrames	122
Figura 30: Plan de prevención y/o emergencia de vertidos accidentales – Parte 1	147
Figura 31: Plan de prevención y/o emergencia de vertidos accidentales – Parte 2	148
Figura 32: Plan de prevención y/o emergencia de vertidos accidentales – Parte 3	149
Figura 33: Plan de prevención y/o emergencia de vertidos accidentales – Parte 4.....	150
Figura 34: Plan de prevención y/o emergencia de vertidos accidentales – Parte 5	151
Figura 35: Certificado de Calibración equipo de Monitoreo – Parte 1	152
Figura 36: Certificado de Calibración equipo de Monitoreo – Parte 2	153
Figura 37: Certificado de Calibración equipo de Monitoreo – Parte 3	154
Figura 38: Certificado de Calibración equipo de Monitoreo – Parte 3	155
Figura 39: Certificado de Calibración equipo de Monitoreo – Parte 4	156

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Productividad de Mp	55
Ecuación 2: Productividad de Máquinas.	56
Ecuación 3: Productividad de Mano de Obra.....	58
Ecuación 4: Eficiencia física	62
Ecuación 5: Eficiencia económica.....	63
Ecuación 6: Costo de residuos.....	74
Ecuación 7: Eficiencia física	104
Ecuación 8: Eficiencia económica.....	105

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado como “Diseño de un sistema de Producción más limpia en la empresa Nube Blanca EIRL para incrementar su productividad”, el cual aporta un papel muy relevante para el cuidado y preservación del medio ambiente e incremento de la productividad.

De esta manera se realizó la presente investigación en la Nube Blanca EIRL, ubicada en la provincia de Hualgayoc, caserío Apán Alto, se dedica a la producción y comercialización de Óxido de Calcio (Cal), en sus 2 diversas presentaciones (cal molida y cal granulada), con el principal objetivo de diseñar la mejora de procesos en base a estrategias de Producción más limpia, mediante la cual, se obtuvo como resultado la minimización de mermas de materia prima, insumo y producto en proceso, asimismo, reducir los resultados de partículas en suspensión PM_{10} (calidad del aire), el ruido ambiental y los vertidos accidentales, además, incrementar en la producción, productividad y eficiencia, con la implementación de una planta chancadora, el cual la empresa aumentaría su capacidad de producción por hora de 50 a 90 tn, reduciendo su tiempo de producción de 8h a 2h al día.

Esto nos permitió realizar la evaluación de los ingresos, el cual se obtuvo resultados económicos favorables, con un VAN de S/. 1,720,768.03 proyectada en 5 años, una TIR de 54% y un IR de S/. 2.39, por lo que nos indica que por cada sol de inversión se retorna S/.1.39 de rentabilidad; en general el proyecto es viable.

Palabras clave: Producción más limpia, productividad, merma, ruido ambiental

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En últimos años, el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), viene promoviendo la implementación de Producción Limpia (PML), buscando proteger el medio ambiente y evitar una generación excesiva de residuos, proponiendo la eliminación o reducción de las materias primas tóxicas, reducción de emisiones, vertimientos y desechos y el uso eficiente de los recursos. En este sentido, la producción más limpia tiene como objetivo principal lograr la reducción de los impactos ambientales del proceso productivo, enfocándose en la mejora de procesos y productos con el fin de evitar problemas ambientales, elevando simultáneamente la competitividad y productividad.

Según el autor (Alfa, 2017), la aplicación de estrategias ambientales como la Producción Más limpia dentro de las operaciones del sectores industriales, específicamente plantas productoras, ha permitido generar una reducción significativa de la contaminación al medio ambiente, a través de la recuperación de compuestos valiosos presentes principalmente en los residuos y que ahora son introducidos en el proceso principal, mejorando de este modo no solo el desempeño ambiental sino también aumentando la productividad y contribuyendo positivamente sobre la imagen de la organización ante los diversos grupos de interés.

La empresa hotelera “Patrimonio” en Ecuador, su principal problema es la gran consumo de energía eléctrica, agua potable e insumos de limpieza por lo que el autor (Sebastián Israel Aguilar Martínez, 2015) propuso la elaboración del diagnóstico de la situación actual del consumo del agua, energía, insumos y generación de residuos en dicho establecimiento, por lo que implemento la metodología de producción más limpia, realizando inicialmente una evaluación técnica ambiental y económica, logrando un gran beneficio en cuanto al aminoramiento de las emisiones negativas al medio ambiente, además optimizó el consumo de materia prima, agua, y energía, la empresa ahorró un total de 3507.82 \$ en un año.

La Compañía Ecológica GW SAC, se dedica al rubro de reciclaje mecánico de residuos, el autor dice y/o menciona (David Huaytalia Bellido, 2019) que el principal problema es la generación de residuos, efluentes y desechos contaminantes, al no ser gestionadas eficientemente pueden afectar la productividad y competitividad de la empresa. Por lo que el autor propuso (David Huaytalia Bellido, 2019) la implementación del programa de Producción Más Limpia, la cual está enfocada a mejorar la competitividad y productividad, reduciendo la generación de residuos y efluentes; para la conservación del medio ambiente. Con dicha implementación propuesta por el autor (David Huaytalia Bellido, 2019) se estableció una gestión ambiental y económica de la planta de reciclaje, con lo que se redujo (2.35 m³/TM) de consumo de agua, se minimizo el 4.1% de residuos (material PET), y se logró un impacto positivo como un ahorro económico de 9.5%.

La empresa local CECAJ SRL, se dedica a la fabricación y comercialización de ladrillos, su principal problema el exceso de merma, el consumo excesivo de agua, electricidad y combustible y producción de algunos productos defectuosos. Por lo que el autor (López Tirado, Bradley, 2020) aplicó estrategias de producción más limpia, mediante la cual obtuvo como resultado un decremento respecto a los indicadores de consumo de agua, electricidad y combustible, un incremento en la producción, productividad y eficiencia, lo cual logró que la empresa incrementará en la fabricación de ladrillos sin defectos, ascendiendo la producción a un valor de aproximadamente 8,333 ladrillos mensuales, aumento respectivo a su producción actual en un 42.33%, aumento en 10.54% de productividad de materia prima, logrando minimizar los desperdicios.

La empresa Cajamarquina BAKERY S.A.C., se dedica a la industria panadera, su principal problema es la generación masiva de residuos sólidos y el gran consumo de agua y energía eléctrica en sus distintos procesos. Por lo que los autores (Bustamante Villegas, Olga Natal, 2017) propusieron realizar un diagnóstico de los procesos en base a la estrategia de producción más limpia. Diseñaron una propuesta de mejora en función al diagnóstico inicial, proyectando un efecto de la mejora en los procesos y mejorando los indicadores (eficiencia, productividad y producción), además, realizaron un análisis económico de la propuesta, logrando así incrementar la eficiencia de todos sus procesos, redujeron en 89% los residuos sólidos emitidos, optimizaron en 80% el consumo de agua y la energía eléctrica, contribuyendo de esta manera con el medio ambiente y generando un gran beneficio económico para la empresa.

La empresa local Trucha Dorada SRL, se dedica a la crianza y fabricación de enlatados a base de trucha, caballa, jurel entre otras especies, su principal problema es la generación de 304.52kg de residuos por producción. Por los que los autores (Arce Anyaypoma Yaquelin, Rojas Cabrera Patricia, 2017) plantearon la implementación de medidas de Producción Limpia, por lo cual se empleó una serie de estrategias de aspectos ambientales a través de Diagramas de Ishikawa, Diagramas de operaciones, análisis de procesos, balance de entradas y salidas, asimismo el análisis de sus indicadores (productividad, eficiencia, entre otros) factibles de implementar, con dicha propuesta la empresa incrementó su productividad en 91% y logro minimizar en 50% la generación de sus residuos y además mejoró en su aspecto ambiental.

Según los autores (Bardales Cerquín Moises, García Cruzado Marco Antonio, 2018), en su trabajo de investigación en la empresa Cajamarquina DERIMA S.R.L, que se dedica a la fabricación y construcción de una variedad de productos a base de madera, el cual su principal problema es que no poseen con procedimientos para el tratamiento de sus residuos industriales, por lo cual los autores propusieron (Bardales Cerquín Moises, García Cruzado Marco Antonio , 2018) un diseño y desarrollo de las estrategias de producción más limpia que contempla tres fases fundamentales: planificación y organización, evaluación previa de sus indicadores y finalmente la implementación, el cual tuvo resultado notorio en los indicadores de competitividad y productividad, por lo los autores mencionan (Bardales Cerquín Moises, García Cruzado Marco Antonio, 2018) que la empresa incrementará en un 12% en sus ingresos con un margen de contribución del 27.7% y en un 20% en cuanto a la satisfacción del cliente, además un 25% de sus residuos serán reutilizados.

La empresa Nube Blanca E.I.R.L, se dedica a la producción y comercialización de Óxido de Calcio (Cal Viva), ubicado en el caserío de Apán Alto, en la provincia de Hualgayoc, posee una producción al día de 30 Tn, se realizó una investigación con la finalidad de identificar los puntos críticos en el área de producción, en el cual se encontró algunas dificultades, la generación de mermas de materia prima e insumo y producto en proceso, generación de polvo y ruido, falta de control de tiempos en la producción, falta de equipos adecuados y otras dificultades encontradas a nivel general de la empresa, la ausencia de personal y la baja productividad.

La Producción Más Limpia se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva que es integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficacia y la eficiencia física y económica, reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente (Industrial, 2018). En los procesos de producción, la Producción Más Limpia aborda el ahorro de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción de residuos y/o de desechos y emisiones (Industrial, 2018).

Según el autor (Gonzales Gómez, 2012) dice que la productividad implica la mejora del proceso productivo, esta mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que se relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entrada o insumos) (Gonzales Gómez, 2012).

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida el diseño de un sistema de producción más limpia en la empresa Nube Blanca E.I.R.L, incrementará su productividad?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de producción más limpia en la empresa Nube Blanca E.I.R.L, para incrementar su productividad.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico para medir la situación actual del proceso productivo y la productividad de la empresa Nube Blanca E.I.R.L
- Diseñar un sistema de producción más limpia en la empresa Nube Blanca E.I.R.L
- Evaluar la productividad después del diseño del sistema de producción más limpia en la empresa Nube Blanca E.I.R.L
- Estimar los indicadores de la propuesta del sistema de producción más limpia en la empresa Nube Blanca E.I.R.L
- Realizar un análisis económico para medir la viabilidad del diseño de la empresa Nube Blanca E.I.R.L

1.4. Hipótesis

El diseño de un sistema de producción más limpia en la empresa Nube Blanca E.I.R.L incrementará su productividad.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Enfoque

Según (Nadia Ugalde Binda, Francisco Balbastre Benavent, 2013), la metodología cuantitativa utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, son cualquier dato que esté en forma numérica, porcentajes, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población. De lo mencionado anteriormente por los autores se puede concluir que la presente investigación es cuantitativa, ya que se utilizan técnicas estadísticas para su desarrollo.

2.1.2. Diseño

La presente investigación es de diseño no experimental, según (Bautista, Fernandez, 2012) señala que la investigación no experimental son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de las variables, se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos.

Así mismo esta investigación presenta un corte transversal o como estudio de prevalencia, su objetivo primordial es identificar la frecuencia de una condición en la población estudiada y recolecta datos en un solo momento. (Milena Rodríguez, Fredy Mendivelso, 2018)

2.1.3. Tipo

El tipo de investigación es correlacional puesto que según el autor (Marroquin Peña Roberto, 2012) nos menciona que una investigación correlacional tiene como finalidad establecer el grado de relación o asociación no causal existente entre dos o más variables.

Se caracterizan porque primero se miden las variables y luego, mediante pruebas de hipótesis correlacionales y la aplicación de técnicas estadísticas, se estima la correlación.

2.2.Población y muestra

La población es una investigación que está compuesta por todos los elementos (personas, objetos, procesos, etc.), que participan del fenómeno que fue definido y delimitado en el análisis del problema de investigación (Toledo, 2020).

La muestra es una parte de la población, en la que puede ser definida como subgrupo de la población, pero primero deben delimitarse las características de la población. (Toledo, 2020), a continuación se detallará la población y muestra en la que se enfocara dicha investigación en el área de producción:

- **Población:** Todas las áreas de producción de la empresa Nube Blanca EIRL, del mes de enero 2019 al mes de febrero del 2020.
- **Muestra:** Todas las áreas de producción de la empresa Nube Blanca EIRL, del mes de enero 2019 al mes de febrero del 2020.

2.3. Métodos, Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Método

2.3.1.1. Método Cuantitativo - Cualitativo

Se utilizará el método cuantitativo, ya que dos de nuestros instrumentos son la entrevista y la observación directa, por otro lado, también será de uso el método cualitativo por el instrumento de entrevista.

2.3.2. Técnicas

Las técnicas empleadas en la recolección y análisis de datos, se muestra en la siguiente Tabla 1, donde se detalla la que se identificó con cada técnica, los materiales utilizados y a quien será planteada, durante la presente investigación.

Tabla 1: Técnicas empleadas en la recolección y análisis de datos

Técnicas	Instrumentos	Se identifican	Materiales	A quién
Entrevista	Guía de entrevista	Los procesos de producción, los problemas.	Formato de la entrevista Cámara y/o grabadora Lapicero	Jefe de Operaciones Jefe SSOMA
Encuesta	Cuestionario	Residuos, producción y procesos.	Cuestionario Cámara Lapicero	Gerente General jefe SSOMA jefe de operaciones Operarios
Observación	Guía de observación	El proceso, el tiempo ciclo, los problemas en el área de producción.	Guías de observación Lapicero Cámara Cronometro	Equipo de producción/ operarios

Elaboración por los autores.

Entrevista

A través de la entrevista se identifican los procesos en el área producción, se utiliza un formato de entrevista, lapiceros y cámara y/o grabadora con la finalidad de volver a escuchar y analizar lo mencionado por los encargados, por lo que es necesario coordinar la entrevista previamente.

Encuesta

A través de la encuesta podemos observar los residuos generados, la producción, y los procesos de la empresa, es aplicada al gerente general, los encargados de

las áreas y a los operarios, se utilizó lapiceros y el formato de la encuesta, se debe pedir el permiso correspondiente.

Observación

Se diagnostica que a través de la observación directa los tiempos y los problemas presentados en los procesos que se realizan en la empresa Nube Blanca EIRL, es aplicado en el área de producción, se utilizó un cuaderno de apuntes (guía de observación), lapicero, cámara fotográfica y un cronometro, para ingresar a las instalaciones se debe coordinar una cita previa.

2.3.3. Instrumentos

Los instrumentos empleados en la recolección y análisis de datos, se muestra en la siguiente Tabla 2, donde se detalla la que se identificó cada herramienta, e instrumentos a utilizar y procesamiento de datos, durante la presente investigación.

Tabla 2: Instrumentos y procedimiento de análisis

INDICADOR	MÉTODOS	INSTRUMENTO
Procesos - Productividad	Diagrama causa- efecto	Microsoft Visio
Productividad de MP		Microsoft Excel
Productividad de Máquinas		Microsoft Excel
Productividad de Mano de Obra		Microsoft Excel
Incremento de la Productividad	Diagrama de procesos, diagrama PEPSU	Microsoft Excel
Productividad Actual		Microsoft Excel
Productividad Propuesta		Microsoft Excel
Eficiencia Física		Microsoft Excel
Eficiencia Económica		Microsoft Excel
Residuos de MP	Balance de MP	Registro de acopio de MP
		Microsoft Excel
Residuos del Producto Final		Registro de acopio de PF

		Microsoft Excel
		Registro de acopio total
Cantidad total de Residuos		Microsoft Excel
Residuos a reutilizar	Análisis de datos	Microsoft Excel
Costos específicos de los residuos	Análisis de datos	Microsoft Excel

Elaboración por los autores.

2.4. Procedimiento

Para realizar el procedimiento se empezó por la variable productividad, en primer lugar, se realizó la descripción general del área de estudio, diagrama de actividades de proceso y el diagrama PEPSU, con el fin de medir el tiempo de ciclo y la producción, en segundo lugar, se midieron los tiempos normal, en tercer lugar, se logró observar los problemas encontrados en el área de producción, en cuarto lugar, se observó la parte ergonómica en los operarios, logrando observar la productividad de materia prima, hora-maquina, mano de obra, por último la eficiencia física y económica. Posteriormente, se midió la variable independiente producción más limpia, en primer lugar, se realizó un balance de masas, logrando identificar los residuos de materia prima, insumo, producto en proceso. Luego de haber medido las dos variables se aplicaron las mejoras utilizando la metodología producción más limpia, con el fin de aumentar la productividad y minimizar los residuos y contaminación al ambiente de la empresa Nube Blanca EIRL.

En el presente estudio se utilizó un instrumento cuantitativo con 3 opciones de respuesta (Si, Maso menos y No). Con el cual se elaboró una encuesta de 10 preguntas, la que se le aplico a todos los operarios y/o trabajadores, al jefe de operaciones y jefe SSOMA, con la finalidad de recoger información acerca de residuos, producción, productividad, calidad del aire y ruido ambiental.

La encuesta evalúa las variables de productividad y producción más limpia. La primera variable consta de 5 preguntas que evalúan sus dimensiones: productividad, eficiencia

física y económica. La segunda variable consta de 5 preguntas que evalúan las dimensiones: residuos, costos específicos de los residuos, calidad del aire y ruido ambiental, cuyas respuestas están organizadas en una escala de 1 al 3.

Tabla 3: Escala de medición de la encuesta

Escala	Respuesta
1	Si
2	Maso menos
3	No

Fuente: Elaboración por los autores.

2.4.1. Validez y confiabilidad de información

Para determinar la validez y confiabilidad de los instrumentos, se utilizó la opinión y el visto bueno de expertos en el tema de la carrera profesional de Ingeniería Industrial de nuestra casa superior de estudios sede Cajamarca.

2.4.2. Para analizar la información

Después de haber aplicado el instrumento, se procedió a organizar la información en Excel, lo cual permitió elaborar las tablas, las cuales describen los resultados finales de las variables y/o dimensiones, por lo que se utilizó el paquete office 2016 para la redacción del presente trabajo.

2.4.3. Aspectos éticos de la investigación

Se está citando a todas las fuentes que han sido consultadas y consideradas en esta investigación, también contamos con la autorización de la institución en estudio para recolectar la información necesaria, dicha información será usada solo con fines académicos, basándonos en el método científico y sin dejar de lado valores que un investigador debe observar; todos los resultados se presentan sin alterar datos reales.

2.5. Matriz de Consistencia

Tabla 4: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
¿En qué medida el diseño de un sistema de producción más limpia en la empresa Nube Blanca E.I.R.L, incrementará su productividad?	1. General	El diseño de un sistema de producción más limpia en la empresa Nube Blanca E.I.R.L incrementará su productividad.	Variable independiente:	Tipo de investigación: Correlacional.	Población
	Diseñar un sistema de producción más limpia en la empresa Nube Blanca E.I.R.L, para incrementar su productividad.		Producción más limpia: Según el (Centro de Producción más Limpia., 2017) "Es una estrategia ambiental preventiva integrada, que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficacia, eficiencia física y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente".	Diseño de investigación: No experimental	Todas las áreas de producción de la empresa Nube Blanca E.I.R.L, del mes de enero 2019 al mes de febrero del 2020.
	2. Específicos		Variable dependiente:	Técnicas e instrumentos:	Muestra
	-Realizar un diagnóstico para medir la situación actual del proceso productivo y la productividad de la empresa Nube Blanca E.I.R.L -Diseñar un sistema de producción más limpia en la empresa Nube Blanca E.I.R.L -Evaluar la productividad después del diseño del sistema de producción más limpia en la empresa Nube Blanca E.I.R.L -Estimar los indicadores de la propuesta del sistema de producción más limpia en la empresa Nube Blanca E.I.R.L -Realizar un diagnóstico para medir la situación actual del proceso productivo y la productividad de la empresa Nube Blanca E.I.R.L		Productividad: Según el autor (Sevilla, 2017) “La productividad es una medida económica que calcula cuántos bienes y servicios se han producido por cada factor utilizado (trabajador, capital, tiempo, costes, etc.) durante un periodo determinado. Por ejemplo, cuanto produce al mes un trabajador o cuánto produce una maquinaria”.	* Entrevista * Encuesta * Observación	Todas las áreas de producción de la empresa Nube Blanca E.I.R.L, del mes de enero 2019 al mes de febrero del 2020.
				Método de análisis de datos: * Diagrama causa -efecto * Diagrama de procesos * Diagrama PEPSU * Balance de MP * Análisis de datos	

Fuente: Elaboración por los autores.

“Diseño de un sistema de Producción más Limpia en la empresa NUBE BLANCA E.I.R.L para incrementar su productividad”

2.6. Matriz de operacionalización de variables

Las variables de estudio de la presente investigación son:

- Variable Dependiente: Productividad
- Variable Independiente: Producción más limpia.

Tabla 5: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Dependiente: Productividad	Según el autor (Sevilla, 2017): “La productividad es una medida económica que calcula cuántos bienes y servicios se han producido por cada factor utilizado (trabajador, capital, tiempo, costes, etc.) durante un periodo determinado. Por ejemplo, cuanto produce al mes un trabajador o cuánto produce una maquinaria”.	Productividad de materia prima	sacos/tn big bag/tn
		Productividad por hora-máquina	sacos/hr-máq. big bag/hr-máq.
		Productividad por mano de obra	saco/operario big bag/operario
		Eficiencia física	Porcentaje
		Eficiencia económica	Soles/Beneficio
		Variable Independiente: Producción más limpia	Según el (Centro de Producción más Limpia., 2017) "La Producción más Limpia es una estrategia ambiental preventiva integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente”
Residuos del insumo	tn/día		
Residuos de producto en proceso	tn/día		
Costo específico de los residuos	soles/día		
Calidad del aire	µg/m ³		
Ruido ambiental	dBA		
Vertidos accidentales	Acc/año		

NOTA: En las dimensiones de la variable productividad se medirán 2 tipos de productos, cal molida que se envasa en sacos y cal granulada en big bag.

Fuente: Elaboración por los autores.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Información general de la empresa

3.1.1. Descripción general de la empresa

NUBE BLANCA EIRL es una empresa dedicada a la producción y comercialización de Óxido de Calcio (Cal Viva) para el sector minero, industrial y agrícola, en sus dos diferentes presentaciones Cal Molida y Cal Granulada.

La empresa tiene su planta de operaciones en el Proyecto Minero No Metálico “Pedregal”, ubicado en el Caserío de Apán Alto, distrito y provincia de Hualgayoc – Cajamarca.

Tabla 6: Información general de la empresa

Razón Social	Nube Blanca EIRL
RUC	20495648568
Gerente General	Edilfredo Urrutia Cubas

Fuente: Elaboración por los autores.

3.1.2. Misión y Visión:

Tabla 7: Misión y Visión de la empresa Nube Blanca EIRL

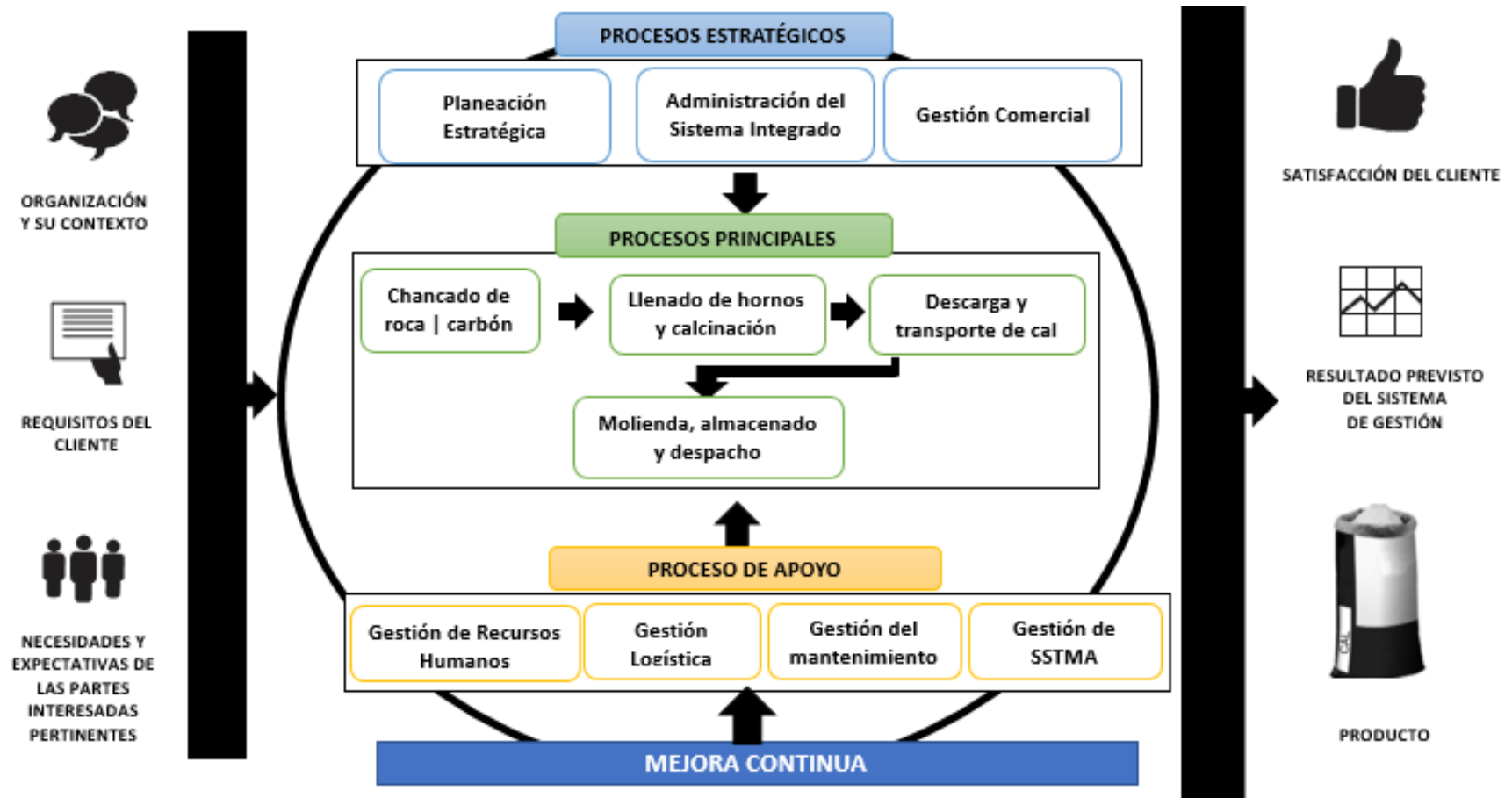
Misión:	Visión:
<p>“Somos una empresa dedicada a la producción y comercialización de cal para satisfacer las necesidades del sector minero e industrial requeridos por nuestros clientes”.</p>	<p>“Ser una empresa calera reconocida a nivel Nacional, por la calidad del producto que, generando para el sector minero e industrial, cumpliendo la normativa vigente en Seguridad y Salud Ocupacional, Medio Ambiente y fomentando la Responsabilidad Social Empresarial”.</p>

Fuente:

Información de Nube Blanca EIRL

3.1.3. Mapa de procesos:

Figura 1: :Mapa de procesos de NUBE BLANCA EIRL



Fuente: Empresa Nube Blanca EIRL

3.2.Diagnóstico general del área de estudio:

La producción de Oxido de calcio (Cal viva) se inicia: Con la recepción de materia prima (piedra caliza) y la recepción de insumo (carbón antracítico), a continuación, se detallará los procesos principales:

Proceso Principal 1: Chancado de roca y carbón

El chancado de materia prima (piedra caliza o roca), se realiza mediante combas de 10 a 14 libras, dicha fragmentación de la roca es en bloques de 4 a 9 pulgadas aproximadamente.

Figura 2:Chancado de roca (piedra caliza)



Fuente: Elaboración por los autores.

Con respecto al chancado de carbón se realiza mediante combas de 1 libra, se fragmenta en tamaño de 1 a 3 pulgadas aproximadamente, luego es zarandea para separar el polvo y el carbón >1”.

Figura 3:Chancado de Carbón



Fuente: Elaboración por los autores.

Proceso Principal 2: Llenado de hornos y calcinación

El llenado de hornos, se realiza en capas intercaladas 1 capa de piedra caliza (materia prima) y 1 capa de carbón (insumo).

- La capa de piedra caliza equivale a un lampón (1tn) que es llevada mediante una retroexcavadora hacia la boca del horno.
- La capa de carbón es llevada en 07 carretillas de 50kg hacia el horno.

La calcinación para que sea homogénea debe transcurrir 12 horas en una temperatura de 200°C a 750°C.

Figura 4: Llenado de hornos



Fuente: Elaboración por los autores.

Proceso principal 3: Descarga y transporte de cal

Después del proceso de calcinación, se inspecciona que la piedra caliza tenga un color rojizo en la boca del horno, luego se procede a descargar el horno quitando las varillas de fierro, este cae por gravedad.

Luego se realiza la separación y/o clasificación de impurezas o mermas, la cal clasificada es trasladada al almacén central, mediante un volquete.

Figura 5:Traslado de Cal



Fuente: Elaboración por los autores.

Proceso principal 4: Molienda - Almacenado - Despacho

La cal que se encuentra en el almacén central es inspeccionada por segunda vez antes de proceder hacer molido y/o chancado mediante los molinos.

El producto final es almacenado por tipo de cal en zona correspondiente.

- La cal molida es almacenada y pesada en sacos de 50kg y la cal granulada en big bag (bolsones) de 1TN.

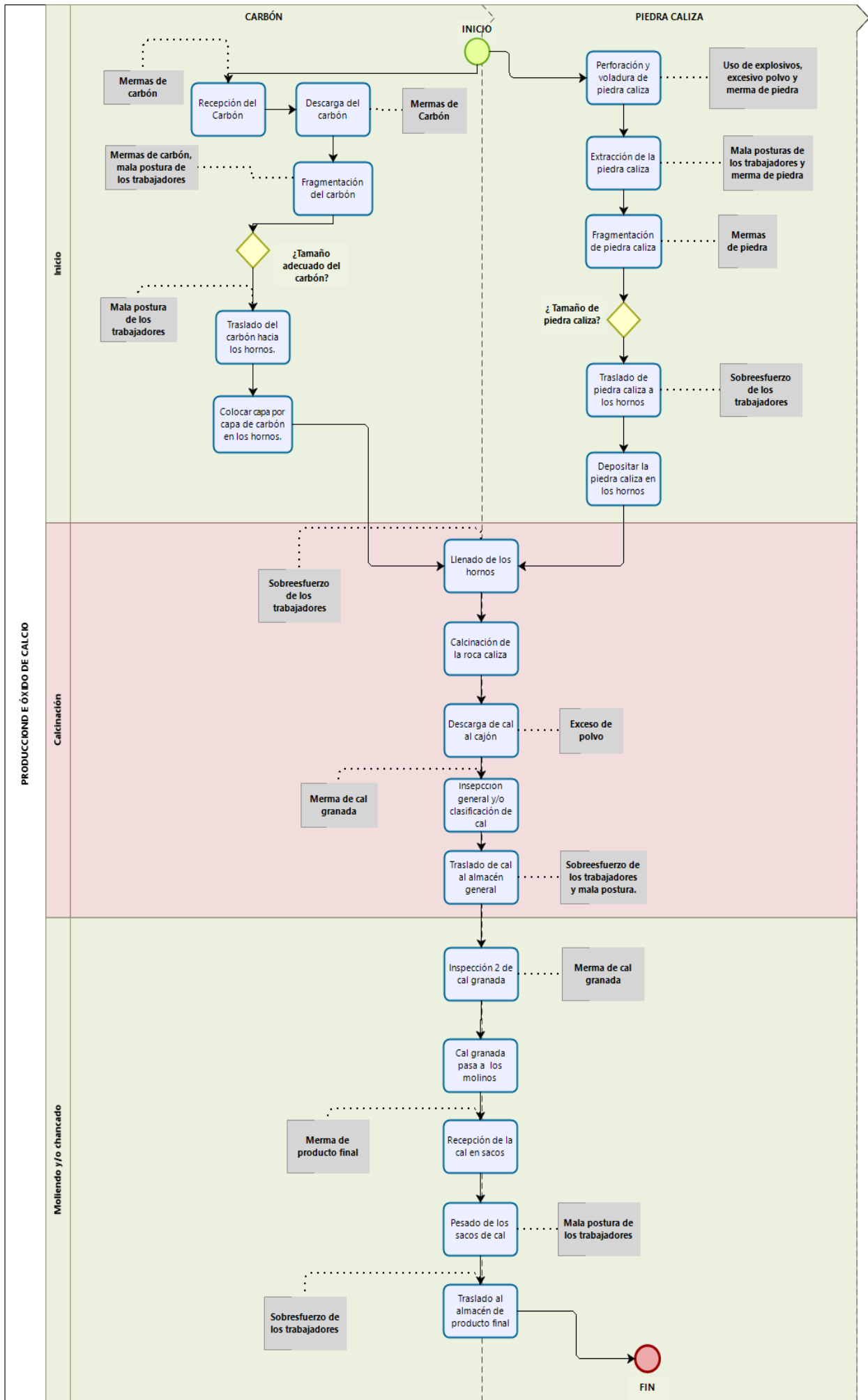
El despacho del producto final es mediante bombona y plataformas.

Figura 6: Despacho del producto final



Fuente: Elaboración por los autores

Figura 7: Diagrama de procesos de la producción de Óxido de Calcio (Cal)



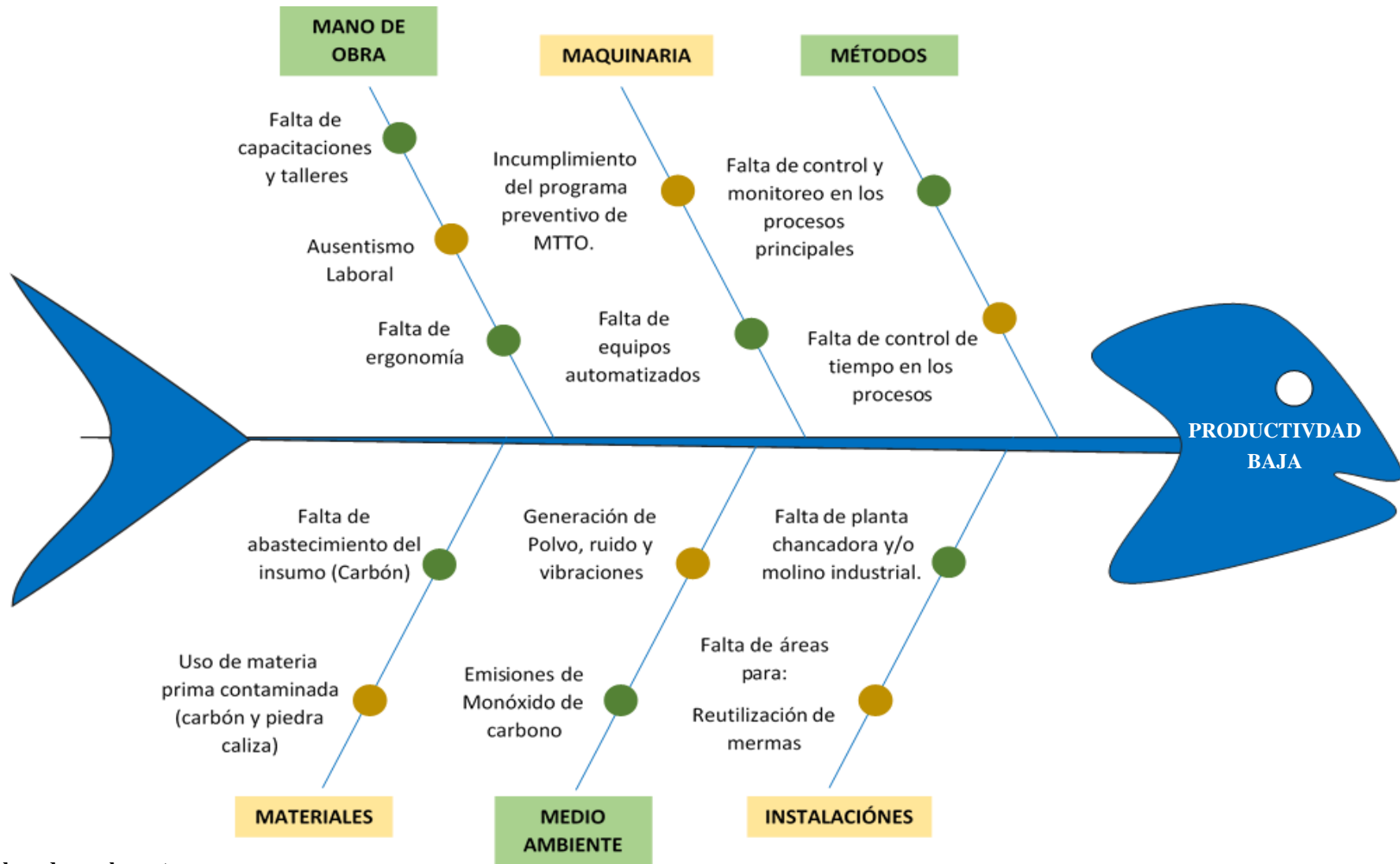
Elaboración por los autores.

Figura 7, se presenta el diagrama de flujo para la producción de óxido de calcio (cal) de la empresa Nube Blanca EIRL, como se puede analizar el diagrama, el proceso se inicia con la recepción de carbón el cual se procede a descargar en espacio designado, se realiza la fragmentación del carbón, en el cual observamos malas posturas (ergonomía), mermas de carbón y polvo, por último, el carbón que pasa el candare es llevado a la boca del horno. Con la piedra caliza, se inicia con la perforación y voladura, en el cual también se encontró un punto crítico que es la generación de polvo, continuamos con la extracción de dicha piedra y la fragmentación debe tener las medidas indicadas (3 a 9 pulgadas), para que sea trasladado a los hornos.

Se realiza el llenado de los hornos con capas intercaladas 1 de piedra caliza y 1 de carbón, en el cual encontramos un punto crítico que es el sobreesfuerzo que realizan los trabajadores al realizar esta actividad. Luego sigue la calcinación, pasamos a la descarga de la cal al cajón en lo cual se evidencia exceso de polvo, seguidamente se realiza la inspección o clasificación de la cal para luego ser trasladada al almacén general en el cual hay un sobreesfuerzo y mala postura, mermas y residuos.

Después de ello se realiza una segunda inspección de la cal, inmediatamente pasa a los molinos para hacer molida o chancada, reciben la cal en sacos o big bag, lo cual son pesados y almacenados por separado según el tipo de producto (molida o granulada).

Figura 8: Diagrama de Ishikawa de la empresa Nube Blanca EIRL



Elaborado por los autores.

En la Figura 8, se muestra el diagrama de Ishikawa o Diagrama Causa- Efecto del manejo inadecuado de sus residuos, que genera la empresa Nube Blanca EIRL, gracias a este instrumento se puede visualizar todos sub problemas (causas) que contribuyen el problema principal, que es la generación de cantidades elevadas de mermas de productos altamente contaminantes.

Como se observa en el diagrama los factores principales causantes del problema principal son:

Mano de Obra: Productividad Baja, porque existe gran ausentismo laboral por parte de los trabajadores, falta de capacitaciones y talleres para comprometer al personal, falta de ergonomía.

Material: El uso de su materia prima contaminada (Carbón y Piedra caliza), falta de abastecimiento del insumo (carbón).

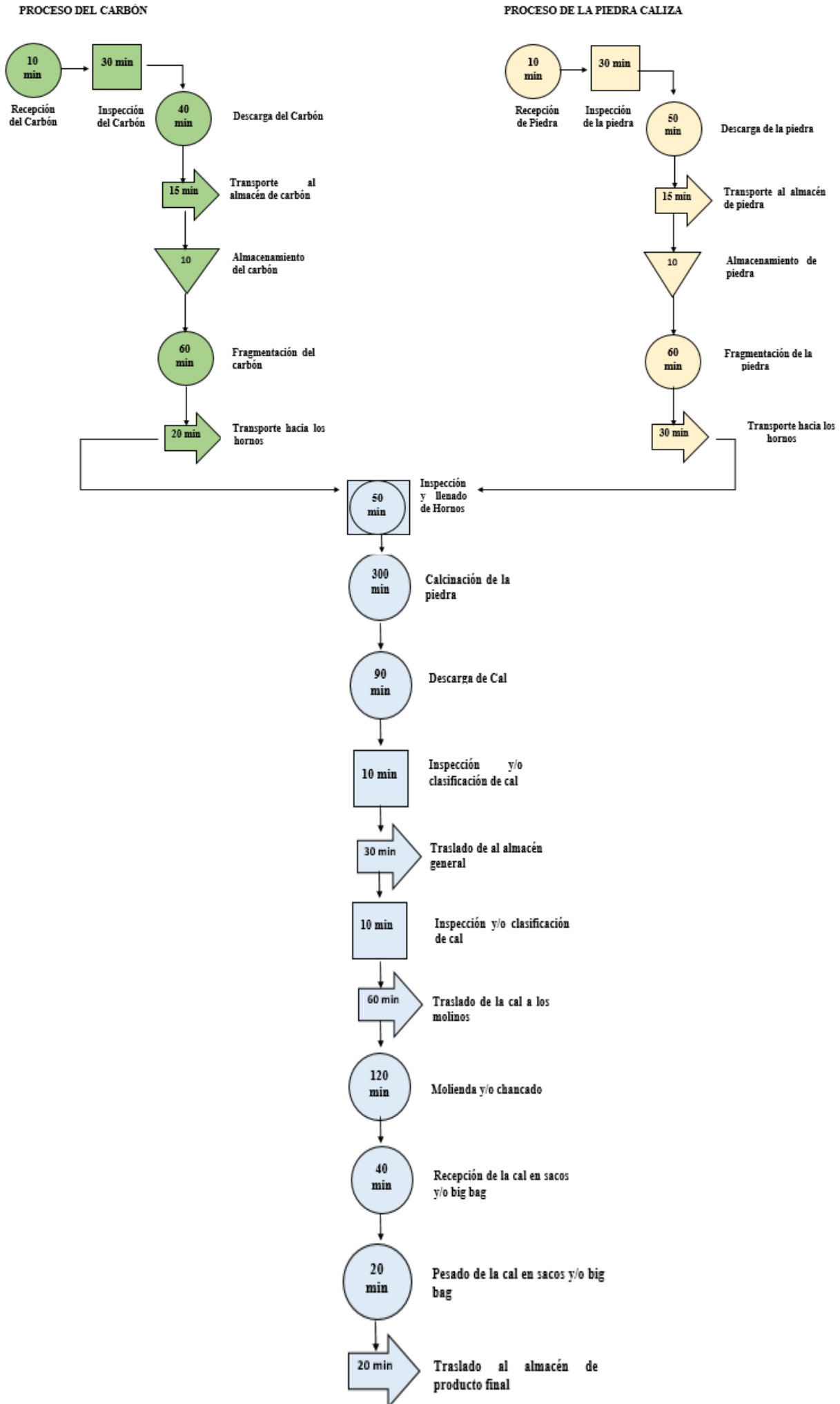
Maquinaria: La falta de equipos automatizados y el incumplimiento del programa preventivo de MTTO, lo cual genera que la empresa tenga perdidas de producto y utilidad.

Medio Ambiente: Generación de polvo, ruido y vibraciones, emisiones de monóxido de carbono que se genera en los procesos que afecta al medio ambiente.

Métodos: Falta de control y monitoreo en los procesos principales y la falta de control de tiempo de estos.

Instalación: Falta de una planta chancadora y/o molino industrial en los procesos principales, además de la falta del área la reutilización de mermas.

Figura 9: Diagrama de Operaciones



Elaborado por los autores.

En la Figura 9, muestra el DAP detallado de la producción de óxido de calcio. El cual inicia con la recepción de insumo (carbón), dicha recepción toma un tiempo de 10 min, luego se realiza la inspección del insumo en un tiempo de 30 min, después de ello, se realiza la descarga que toma un tiempo de 40 min, así mismo, se transporta al almacén de carbón en un tiempo de 15min, después de ello, se realiza la fragmentación del carbón en cual se toma un tiempo de 60 min, para que luego se traslade el carbón hacia los hornos el cual lleva un tiempo de 20min, al mismo tiempo se realiza la recepción de la piedra caliza el cual toma 10 min, luego se inspecciona que la piedra que no esté muy pequeña, después se procede a la descarga en un tiempo de 50 min, además se realiza el transporte al almacén de piedra en un tiempo de 15 min, se continua con la fragmentación de la piedra caliza el cual tiene que estar en tamaño de 4 a 9 pulgadas, se toma un tiempo de 60 min, luego se transporte a los hornos el cual toma un tiempo de 30 min. Teniendo la materia prima y el insumo fragmentado, inicia el proceso de llenado de horno, el cual toma un tiempo de 50 min, después de ello se realiza una inspección de los hornos el cual toma un tiempo de 10 min, así mismo, se deja que continúe el proceso de calcinación de la piedra que demora 300 min, después se la calcinación se continua con la descarga la Cal que toma un tiempo de 90min, seguidamente se inspecciona y clasifica la cal el cual toma un tiempo de 10 min, luego la cal inspeccionada se transporta al almacén general en un tiempo de 10 min, el cual tiene que pasar una segunda inspección y/o clasificación para evitar las impurezas lo que toma un tiempo de 10 min, después se procede a trasladar la cal a los molinos en el cual se toma un tiempo de 60 min, luego se procede a la molienda y/o chancado de la cal en un tiempo de 120 min, luego se recepciona en sacos y/o big bag según el producto en un tiempo de 40 min, después se pesa cada saco y/o big bag en un tiempo de 20 min, por último se realiza el traslado de la cal molida y/o granulada según corresponda al almacén de producto final en un tiempo de 20 min.

Figura 10: Balance de Masas

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO (CAL)



NOTA: Durante la producción de óxido de calcio (cal), en el proceso de calcinación, la materia prima (piedra caliza), cambia su estado físico, ya que, está es sometida a altas temperaturas, por ende, baja su densidad, por lo que se requiere duplicar la materia prima, para obtener el producto final.

Fuente: Elaboración por los autores.

En la figura 10, se muestra un balance de masas del proceso de producción de Óxido de Calcio (Cal Viva), que es detallado a continuación: Con respecto a materia prima, ingresa 60 tn de piedra caliza al día, además, como insumo principal está el carbón, el cual ingresa al proceso 8tn por día, durante el proceso, se generan mermas las cuales son ; 1.2 tn de merma de piedra, 0.3 tn de merma de carbón y 1 tn de mermas de producto en proceso por día, por lo que se obtiene 30tn al día de producto final que puede ser cal molida y/o granulada, las cuales son envasadas en 30 big bag o en 450 sacos, según corresponda.

Tabla 8: PEPSU del área de Operaciones de Nube Blanca EIRL

<u>Producción de óxido de Calcio</u>				
Proveedor/ trabajador	Entrada	Proceso	Salida	Cliente/trabajador
Operario	Fragmentación de roca caliza ----- Fragmentación de carbón	Chancado de roca y carbón	Roca y carbón en medidas indicadas	Operario
Operarios	Llenado de hornos con caliza y carbón por capas	Llenado de hornos y calcinación de roca	Conformidad de llenado de hornos	Jefe de Operaciones / Capataz
Capataz/ Operarios	Verificación de roca calcinada ----- Descarga de Horno	Descarga de hornos y transporte de cal	Retirado de varillas ----- Control de calidad ----- Carguío de cal en carretilla	Operarios
Operarios ----- Operario asignado de molino	Molienda	Molienda, almacenamiento y despacho	Producto final (Cal molida y cal granulada)	Jefe de Operaciones ----- Cliente

Fuente: Elaboración por los autores.

Tabla 8, muestra el PEPSU del área de Operaciones interno de la empresa, se identificó el proveedor y/o trabajador por cada proceso identificado.

En el primer ítem el operario tiene como función la realización de la fragmentación de piedra caliza y carbón, siendo este el proceso de chancado de roca y carbón, obteniendo como salida la roca y carbón en las medidas indicadas, el cual es enviado a un operario para el siguiente proceso. El segundo ítem los operarios, tienen como función es llenado de los hornos con caliza y carbón por capas, este proceso se llama llenado de hornos y calcinación de roca, obteniendo como conformidad de hornos. El tercer ítem capataz/operario, tienen la función de verificación de roca calcinada y la descarga del horno, este proceso es descarga de hornos y transporte de cal, obteniendo el retirado de varillas, control de calidad y el carguío de cal en carretilla. El cuarto punto los operarios y operario designado de molino, tienen la función de la molienda, el proceso se llama molienda, almacenamiento y despacho, tiene como salida final el producto cal molida o cal granulada, que es entregada a los clientes.

3.2.1. Diagnóstico de resultado de las encuestas:

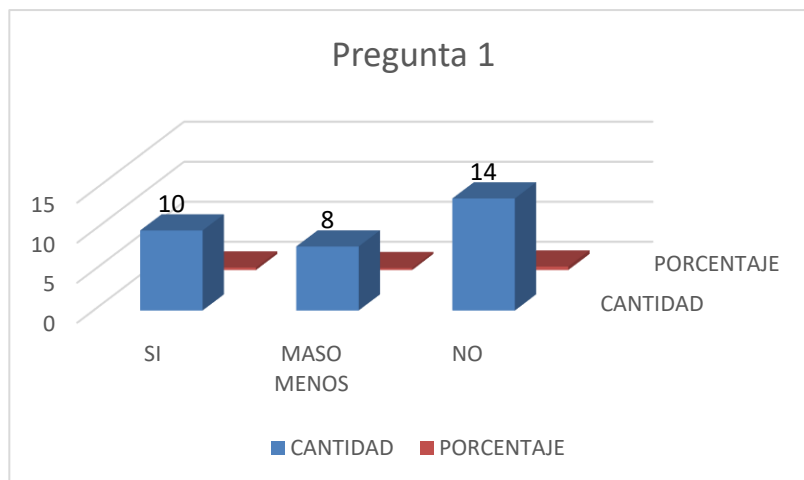
Resultado del Ítem 1: Conoce usted, ¿Cuáles son los residuos de Materia Prima de la producción de Oxido de Calcio (Cal)?

Tabla 9: Resultado ítem 1

ítem 1	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	10	31%
MASO MENOS	8	25%
NO	14	44%
	32	100%

Elaboración por los autores.

Resultado del ítem 1



Elaboración por los autores.

Interpretación:

El 44% de los trabajadores no conoce cuales son los residuos de la Materia Prima de Oxido de calcio (Cal), el 31% de los trabajadores si conoce sobre los residuos de la Materia prima, y el 25% sabe maso menos sobre esto.

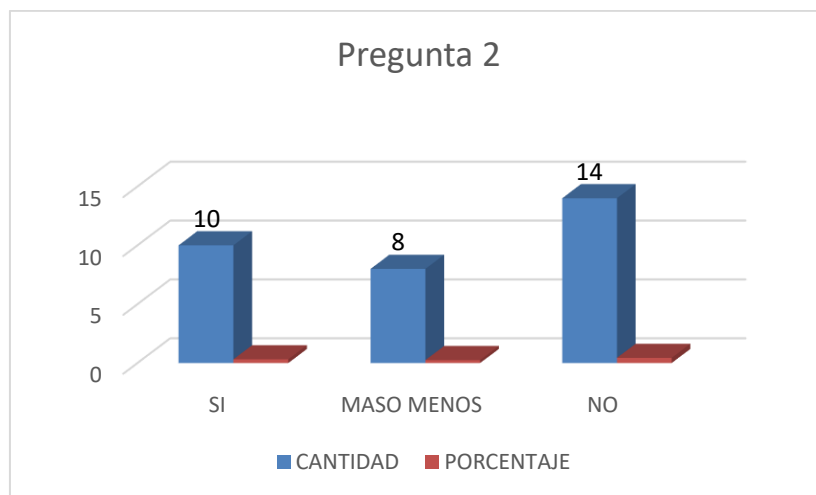
Resultado del Ítem 2: Sabe usted, ¿Qué es la productividad?

Tabla 10: Resultado del ítem 2

ítem 2	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	10	31%
MASO MENOS	8	25%
NO	14	44%
	32	100%

Elaboración por los autores.

Resultado del ítem 2



Elaboración por los autores.

Interpretación:

El 44% de los trabajadores no saben que es la productividad, el 31% si sabe sobre que es la productividad, y el 25% sabe maso menos sobre esto.

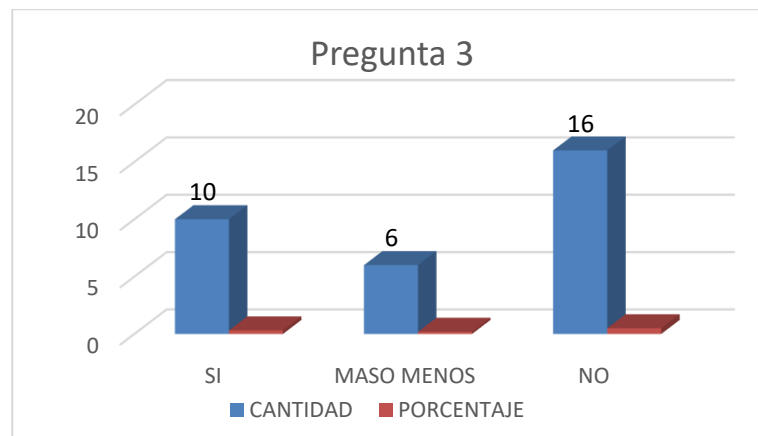
Resultado del Ítem 3: Sabe usted, ¿Cuáles son los residuos finales de la producción de Oxido de Calcio (Cal)?

Tabla 11: Resultado del ítem 3

ítem 3	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	10	31%
MASO MENOS	6	19%
NO	16	50%
	32	100%

Elaboración por los autores.

Resultado del ítem 3



Elaboración por los autores.

Interpretación:

El 50% de los trabajadores no saben cuáles son los residuos finales de la producción de la Cal, el 31% si sabe sobre cuáles son los residuos finales de la producción de la Cal y el 19% sabe maso menos sobre esto.

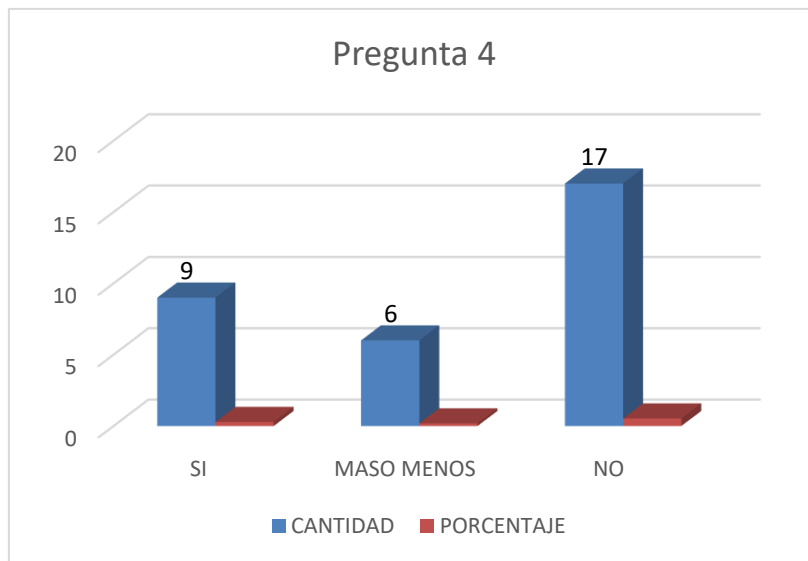
Resultado del Ítem 4: Sabe usted, ¿Si afecta el ruido al medio ambiente?

Tabla 12: Resultados del ítem 4

ítem 4	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	9	28%
MASO MENOS	6	19%
NO	17	53%
	32	100%

Elaboración por los autores.

Resultados del ítem 4



Elaboración por los autores.

Interpretación:

El 53% de los trabajadores no saben si el ruido afecta del medio ambiente, el 28% si sabe que el ruido afecta al medio ambiente y el 19% saben maso menos sobre esto.

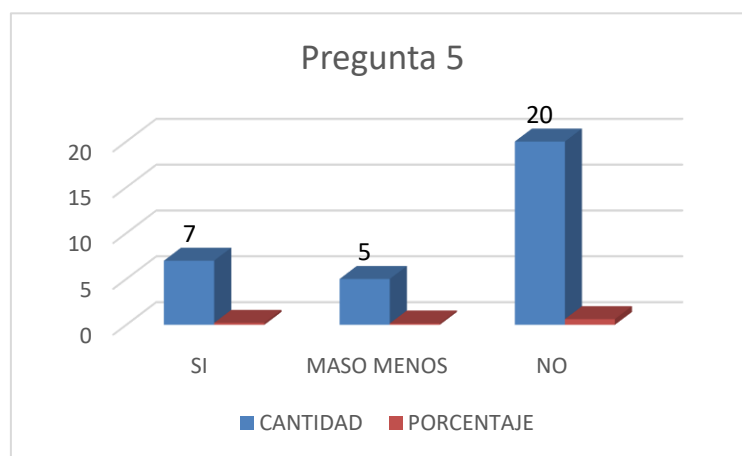
Resultado del Ítem 5: Conoce usted, ¿Cómo medir la productividad de Mano de Obra y Máquinas?

Tabla 13: Resultados del ítem 5

ítem 5	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	7	22%
MASO MENOS	5	16%
NO	20	63%
	32	100%

Elaboración por los autores.

Resultados del Ítem 5



Elaboración por los autores.

Interpretación:

El 63% de los trabajadores no conoce cómo medir la productividad de Mano de Obra y Maquinas, el 22% si saben cómo medir la productividad de la Mano de Obra y Maquinas y el 16% sabe maso menos sobre esto.

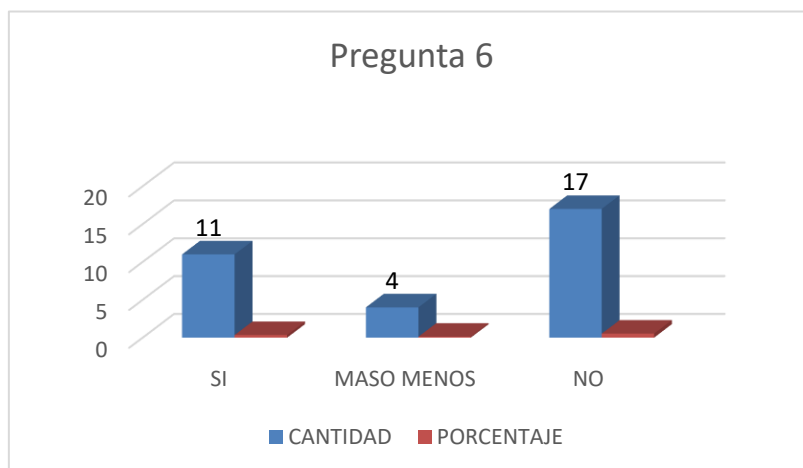
Resultado del Ítem 6: Conoce usted, ¿Cuáles son los residuos para eliminación de la producción de Oxido de Calcio (Ca)?

Tabla 14: Resultado del ítem 6

ítem 6	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	11	34%
MASO MENOS	4	13%
NO	17	53%
	32	100%

Elaboración por los autores.

Resultado del ítem 6



Elaboración por los autores.

Interpretación:

El 53% de los trabajadores no conocen cuales son los residuos para eliminación de la producción de la Cal, el 34% si conocen sobre cuáles son los residuos para la eliminación de producción de la Cal y el 13% saben maso menos sobre esto.

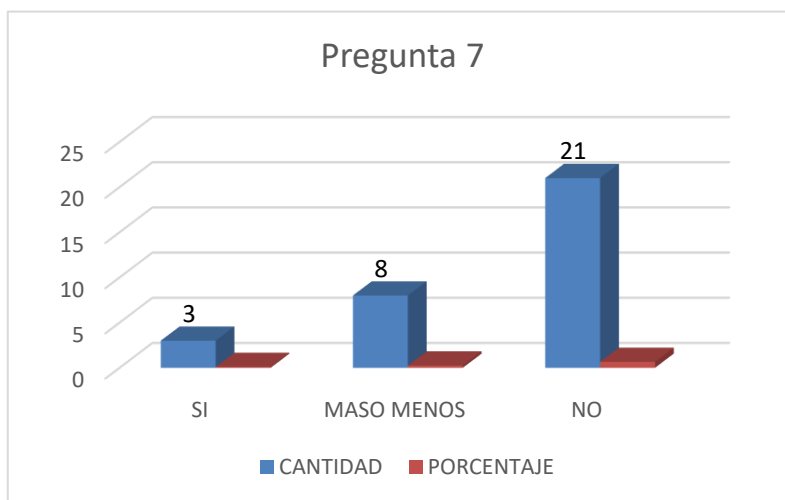
Resultado del ítem 7: Conoce usted, ¿Los costos de los residuos?

Tabla 15: Resultado del ítem 7

ítem 7	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	3	9%
MASO MENOS	8	25%
NO	21	66%
	32	100%

Elaboración por los autores.

Resultado del ítem 7



Elaboración por los autores.

Interpretación:

El 9% de los trabajadores si conoce cuales son los costos de los residuos, el 66% no conocen sobre los costos de los residuos y el 25% saben maso menos sobre esto.

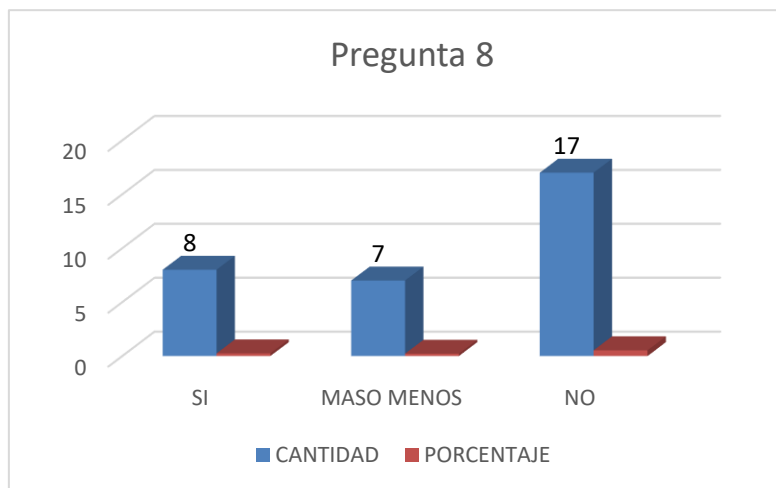
Resultado del ítem 8: Sabe usted, ¿Que es el incremento de productividad?

Tabla 16: Resultado del ítem 8

ítem 8	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	8	25%
MASO MENOS	7	22%
NO	17	53%
	32	100%

Elaboración por los autores.

Resultado del ítem 8



Elaboración por los autores.

Interpretación:

El 53% de los trabajadores no saben que es el incremento de la productividad, el 25% si sabe que es el incremento de la productividad y el 22% sabe maso menos de esto.

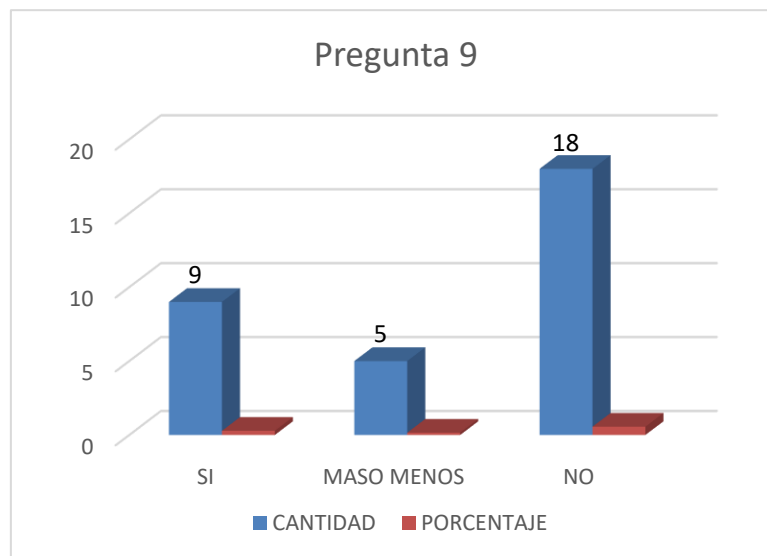
Resultado del ítem 9: Conoce usted, ¿Sobre la eficiencia física y económica?

Tabla 17: Resultado del ítem 9

ítem 9	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	9	28%
MASO		
MENOS	5	16%
NO	18	56%
	32	100%

Elaboración por los autores.

Resultado del ítem 9



Elaboración por los autores.

Interpretación:

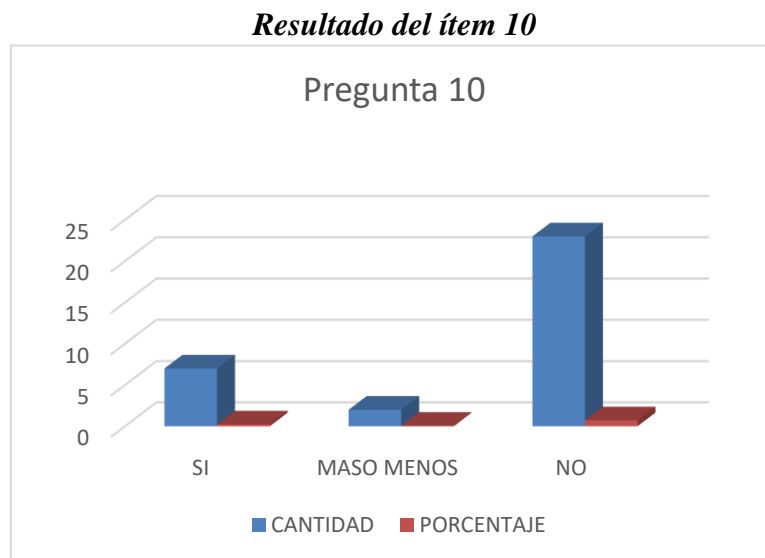
El 56% de los trabajadores no saben que es la física y económica, el 28% si saben que es la eficiencia física y económica y el 16% de los trabajadores saben maso menos de esto.

Resultado del ítem 10: Sabe usted, ¿Qué es la productividad parcial de la Materia Prima?

Tabla 18: Resultado del ítem 10

ítem 10	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	7	22%
MASO		
MENOS	2	6%
NO	23	72%
	32	100%

Elaboración por los autores.



Elaboración por los autores.

Interpretación:

El 72% de los trabajadores no saben que es la productividad parcial de la Materia Prima, el 22% si saben que es la productividad parcial de la Materia Prima y el 6% saben maso menos sobre esto.

3.3. Diagnóstico de la variable dependiente -Productividad

3.3.1. Diagnóstico de la dimensión productividad por materia prima

En la dimensión de la productividad de materia prima, se analizará las deficiencias de la empresa, actualmente tiene una baja productividad, debido a las diferentes dificultades presentadas en el área de producción, teniendo en cuenta que su materia prima principal es la piedra caliza, en el cual se evidencia mermas y/o residuos en el proceso de chancado de roca y carbón, que se generan por falta de control en el área y la falta de un equipo automatizado (planta chancadora).

Dicha dimensión ayudará a saber cuan productiva es la materia prima, que es utilizada en el proceso para la obtención del producto final e identificar si tiene un uso eficiente.

Se utilizará la siguiente fórmula:

Ecuación 1: Productividad de Mp

$$\text{Productividad de Mp} = \frac{\text{Producción}}{\text{Mp}}$$

Para complementar dicha información de esta dimensión, la cual se obtiene con la división de la cantidad producida al día que son 30tn (450 sacos de cal molida y/o 30 big bag de cal granulada), entre la cantidad total de materia prima que ingresa al proceso de producción que son 60 tn de piedra caliza.

Aplicación de la fórmula, para ambos productos finales:

- **Cal molida**

$$\text{Prod. Mp} = \frac{450 \text{ sacos/día}}{60 \text{ tn/día}} = 7.5 \cong 7 \text{ sacos/tn}$$

La productividad de materia prima de cal molida, esta medida la obtención es de 7 sacos por tn al día.

- **Cal granulada**

$$Prod. de Mp = \frac{30 \text{ big bag/día}}{60 \text{ tn/día}} = 0.5 \text{ big bag/tn}$$

La productividad de materia prima de cal granulada, esta medida la obtención es de 0.5 big bag por tn al día.

De los resultados obtenidos, se observa que la empresa tiene una productividad de materia prima baja, como resultado se obtuvo, lo siguiente: cal molida 7 sacos por tn y de cal granulada 0.5 big bag por tn al día, esto se debe por algunas dificultades encontradas, sin embargo, la empresa puede mejorar dicha productividad con la implementación de un equipo automatizado (planta chancadora) y un formato para el control de la piedra.

3.3.2. Diagnóstico de la dimensión productividad por hora-máquina

En la dimensión de productividad por hora-máquina, se analizará las deficiencias de la maquina principal del proceso, que son los molinos, actualmente, no cumplen con el programa de mantenimiento preventivo, por lo consiguiente, existen paradas inesperadas por la mala manipulación, falta de mantenimiento y sobreesfuerzo este se genera por la materia prima el cual no tiene un control y no cumple como el parámetro establecido, el cual genera que la empresa no cumpla con el cronograma de despachos, generando una deficiencia en la productividad.

Dicha dimensión ayudará a medir cuan productiva es dicha maquinaria (molinos), que se utiliza para la obtención del producto final e identificar si tiene un uso eficiente.

Se utilizará la siguiente formula:

Ecuación 2: Productividad de Máquinas.

$$Prod. Máq. = \frac{Producción}{Maquinaria}$$

Para completar la información de la dimensión empleando la ecuación 2, se obtiene con la división de la cantidad producida que es 30 tn (450 sacos de cal molida y/o 30 big bag de cal granulada) al día, entre las 8 horas-máquina.

Aplicación de la fórmula, para ambos molinos 1 y 2:

- **Cal molida en molino 1 y 2 es:**

$$Prod. Máq. = \frac{450 \text{ sacos / día}}{8 \text{ hrs} - Máq/\text{día}} = 56.25 \cong 56 \text{ sacos/hr} - Máq.$$

La productividad del molino 1 y 2 del producto de cal molida, se obtiene 56 sacos por hora-maquina.

- **Cal granulada en molino 1 y 2 es:**

$$Prod. Máq = \frac{30 \text{ big bag / día}}{8 \text{ hrs} - Máq/\text{día}} = 3.75 \cong 4 \text{ big bag /hr} - máq.$$

La productividad de molino 1 y 2 del producto de cal granulada, se obtiene 4 big bag por hora-máquina.

De los resultados obtenidos, se observa que la productividad de maquinaria con respecto a la cal molida es de 56 sacos por hora-máquina y de cal granulada es de 4 big bag por hora-máquina, se logrará mejorar dichos resultados con la implementación de una planta chancadora, ya que, materia prima e insumo deben encontrarse dentro de los parámetros establecidos para que el proceso de calcinación y molienda sea homogénea, además se debe implantar pre-usos y formatos que deberán ser utilizados antes del funcionamiento de cada equipos y/o maquinaria, para lograr tener un mejor control y evitar alguna parada innecesaria e inesperada, además de cumplir con el cronograma de mantenimiento preventivo de los molinos.

3.3.3. Diagnóstico de la dimensión productividad de mano de obra:

En la dimensión de productividad de mano de obra, se analizará algunas deficiencias encontradas en el personal del área de producción, actualmente, existe un gran ausentismo laboral, el cual es perjudicial para la empresa, esto puede ser causado por problemas ergonómicos (sobreesfuerzo, malas posturas), lo que genera que los trabajadores tengan dolores intermusculares.

Dicha dimensión ayudará a saber cuan productiva es la mano de obra utilizada en cada área del proceso de producción para la obtención del producto final (cal).

Se utilizará la siguiente formula:

Ecuación 3: Productividad de Mano de Obra

$$Prod. MO = \frac{produccion}{n^{\circ} de operarios}$$

- **Chancado de roca y carbón:**

En el área de chancado de roca y carbón, se realiza la actividad de fragmentación de piedra en cual trabajan 8 personas y en la fragmentación de carbón trabajan 2 personas. Para completar la información de esta dimensión, la producción actual es de 30 tn (450 sacos de cal molida y/o 30 big bag de cal granulada), siendo en total 10 operarios que trabajan en dicha área.

Aplicación de la fórmula para:

- **Cal molida**

$$Prod. MO = \frac{450 \text{ sacos / día}}{10 \text{ operarios / día}} = 45 \text{ sacos / operario}$$

La productividad de mano de obra en el área de chancado de roca y carbón, es de 45 sacos de cal molida por operario.

- **Cal granulada**

$$Prod. MO = \frac{30 \text{ big bag /día}}{10 \text{ operarios/día}} = 3 \text{ big bag/operario}$$

La productividad de mano de obra en el área de chancado de roca y carbón es de 3 big bag de cal granulada por operario.

- **Llenado de hornos y calcinación:**

En el área de llenado de hornos y calcinación se realiza el llenado de hornos mediante 8 trabajadores.

Para completar dicha información de la dimensión, se obtiene de la producción es de 30 tn (450 sacos de cal molida y/o 30 big bag de cal granulada) entre los 8 operarios que trabajan en dicha área.

Aplicación de la fórmula para:

- **Cal molida**

$$Prod. MO = \frac{450 \text{ sacos /día}}{8 \text{ operarios/día}} = 56.25 \cong 56 \text{ sacos /operario}$$

La productividad de mano de obra en el área de llenado de hornos y calcinación es de 56 sacos de cal molida por operario.

- **Cal granulada:**

$$Prod. MO = \frac{30 \text{ big bag /día}}{8 \text{ operarios/día}} = 3.75 \cong 3.7 \text{ big bag/operario}$$

La productividad de mano en el área de llenado de hornos y calcinación es de 3.7 big bag de cal granulada por operario.

- **Descarga de horno y transporte de cal:**

En el área de descarga y transporte de cal, se realiza dos actividades las cuales son:

Descarga de horno, en el que trabajan 4 personas y en el transporte de la cal en el que trabajan 2 personas, en total trabajan 10 operarios en dicha área.

Para completar dicha información de esta dimensión, la cual se obtiene de la producción que son 30 tn (450 sacos de cal molida y/o 30 big bag de cal granulada) entre 6 operarios que trabajan en el área de descarga y transporte de cal.

Aplicación de la fórmula para:

- **Cal molida**

$$Prod.MO = \frac{450 \text{ sacos /día}}{6 \text{ operarios/día}} = 75 \text{ sacos /operario}$$

La productividad de mano de obra en dicha área es de 75 sacos de cal molida por operario.

- **Cal granulada**

$$Prod.MO = \frac{30 \text{ big bag /día}}{6 \text{ operarios/día}} = 5 \text{ big bag/operario}$$

La productividad de mano de obra en dicha área es de 5 big bag de cal granulada por operario.

- **Molienda-almacenado-despacho:**

En el área de molienda-almacenado-despacho, se realiza las actividades: la molienda de la cal, el almacenado del producto final en sacos y/o big bag en el lugar correspondiente y el despacho, para lo cual trabajan 5 personas.

Para completar dicha información de esta dimensión, se obtiene de la producción que son 30 tn (450 sacos de cal molida y/o 30 big bag de cal granulada) entre 5 operarios que trabajan en el área de molienda-almacenado-despacho.

Aplicación de la fórmula para:

- **Cal molida**

$$Prod.MO = \frac{450 \text{ sacos /día}}{5 \text{ operarios/día}} = 90 \text{ sacos /operario}$$

La productividad de mano de obra en dicha área es de 90 sacos de cal molida por operario.

- **Cal granulada**

$$Prod. MO = \frac{30 \text{ big bag / día}}{5 \text{ operarios/día}} = 6 \text{ big bag/operario}$$

La productividad de mano de obra en dicha área es de 6 big bag de cal granulada por operario.

De los resultados obtenidos con respecto a mano de obra utiliza en las diferentes áreas del proceso de producción, se obtiene que en el área de chancado de roca y carbón la productividad de mano de obra de cal molida es de 45 sacos/operario y de cal granulada es de 3 big bag/operario, en el área llenado de hornos y calcinación la productividad de mano de obra de cal molida es de 56 sacos/operario y de cal granulada es de 3.7 big bag/operario, en el área de descarga de horno y transporte de cal, la productividad de mano de obra de cal molida es de 75 sacos/operario y de cal granulada es de 5 big bag/operario, en el área de molienda-almacenado-despacho, la productividad de mano de obra de cal molida es de 90 sacos/operario y de cal granulada es de 6 big bag/operario, dichos resultados mejorarían con la implementación de una planta chancadora, implementando pausas pasivas en la jornada laboral, para evitar el cansancio y el sobreesfuerzo, programando capacitaciones y/o talleres seguridad y salud ocupacional, logrando que el personal se sienta motivado y comprometido con la empresa.

3.3.4. Diagnóstico de la dimensión eficiencia física

En la dimensión de eficiencia física, este indicará cuan eficiente es la entrada y salida de la materia prima (piedra caliza).

Dicha dimensión nos ayudará a determinar cuan eficiente es la materia prima.

Se utilizará la siguiente formula:

Ecuación 4: Eficiencia física

$$Eficiencia\ física = \frac{Salida\ útil\ de\ MP}{Entradas\ de\ MP}$$

Para completar dicha información de esta dimensión, se obtiene con la división de la salida útil de materia prima es de 30 tn entre el ingreso de materia prima útil es de 58.8 tn al día.

$$Ent. Mp = Total Mp - Residuos$$

$$Ent. Mp = 60 - 1.2 = 58.8\ tn/dia$$

Aplicación de la fórmula para:

- **Cal molida y la cal granulada**

$$Eficiencia\ Física = \frac{30\ tn/dia}{58.8\ tn/dia} = 0.51$$

Del resultado obtenido se observa que la eficiencia física es de 0.51, por lo tanto, esto indica que cada 58.8 tn al día de materia prima su aprovechamiento útil es de 51%, existiendo una pérdida del 49%, la empresa tiene una baja eficiencia física con respecto a la materia prima, dicho resultado puede mejorar con la implementación de una planta chancadora.

3.3.5. Diagnóstico de la dimensión eficiencia económica

En la dimensión de eficiencia económica, este indicará cuan rentable y productivo es la producción de óxido de calcio.

Dicha dimensión ayudará a determinar la rentabilidad actual de la empresa.

Se utilizará la siguiente fórmula:

Ecuación 5: Eficiencia económica

$$Eficiencia\ Económica = \frac{Ventas}{Costos}$$

Para completar dicha información de esta dimensión, la cual se obtiene con la división de la venta de 30 tn entre el costo de producción, que se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 19: Precio de venta de Cal Molida

<i>Producto</i>	<i>Cantidad (tn)</i>	<i>Precio Unit.</i>	<i>Precio Total</i>
Cal Molida	30	S/. 415.00	S/. 12,450.00

Elaboración por los autores.

Tabla 20: Precio de venta de Cal granulada

<i>Producto</i>	<i>Cantidad (tn)</i>	<i>Precio Unit.</i>	<i>Precio Total</i>
Cal Granulada	30	S/. 390.00	S/. 11,700.00

Elaboración por los autores.

Tabla 21: Costo de producción del Producto Final

<i>Recurso</i>	<i>N°</i>	<i>Precio Unit.</i>	<i>Precio Total</i>
Operarios	29	S/.35.00	S/.1,015.00
Materia Prima (Piedra) tn	60	S/.50.50	S/.3,030.00
Insumo (carbón) tn	6	S/.210.00	S/.1,260.00
			<u>S/.5,305.00</u>

Elaboración por los autores.

Aplicación de la fórmula para:

• **Cal molida:**

$$Eficiencia\ Econ\acute{o}mica = \frac{12,450\ soles/dia}{5,305\ soles/dia} = 2.35 \cong 2.40\ soles$$

Este resultado indica que por cada sol de inversión se obtiene un beneficio de un 1.40 soles.

• **Cal granulada:**

$$Eficiencia\ Econ\acute{o}mica = \frac{11,700\ soles/dia}{5,305\ soles/dia} = 2.20 \cong 2.20\ soles$$

Nos indica que por cada sol de inversión se obtiene un beneficio es de 1.20 soles.

Del resultado obtenido se observa que la dimensión de la eficiencia económica de la empresa es rentable, ya que, por cada inversión de un sol en el producto de cal molida se tiene un beneficio de 1.40 soles y en la cal granulada de 1.20 soles, por lo que la rentabilidad de la empresa es óptima, este resultado se logrará aumentar con las propuestas mencionadas anteriormente en todas las dimensiones.

3.4. Diagnóstico de la variable independiente – Producción más limpia:

3.4.1. Diagnóstico de la dimensión de residuos de materia prima

En la dimensión de residuos de materia prima, se analizará el porqué de la generación de mermas y/o residuos en las distintas etapas del proceso de producción de Óxido de Calcio (cal), se evidencia residuos el área chancado de roca y carbón , en el proceso de fragmentación de piedra caliza, este puede ser causado por la falta de equipos (planta chancadora), la mala maniobras de los operarios y uso no adecuado de las combas para dicha fragmentación, ya que, piedra que no esté dentro del parámetro de 4 a 9 pulgadas, no ingresan al siguiente proceso.

En el cual, se genera residuos de piedra caliza de 1.2 tn al día, dicho dato es brindado por el Jefe de Operaciones (data 2019) y con las observaciones directas realizadas en el área de producción de la empresa durante dos semanas (3 días a la semana), se obtuvo dicho promedio al día sobre la generación de mermas, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 22: Mermas de piedra caliza

<i>MERMA DE PIEDRA CALIZA</i>							
	<i>Día 1</i>	<i>Día 2</i>	<i>Día 3</i>	<i>Día 4</i>	<i>Día 5</i>	<i>Día 6</i>	<i>PROMEDIO</i>
Semana 1	1.2		1.4		1.1		1.2
Semana 2		1.2		1.4		1	1.2
	RESULTADO						1.2

Elaboración por los autores.

Figura 11: Almacén de merma de piedra caliza.



Fuente: Elaboración por los autores.

Figura 12: Merma de piedra caliza



Fuente: Elaboración por los autores.

Figura 13: Merma de piedra caliza.



Fuente: Elaboración por los autores.

Como se observa en las imágenes 11, 12 y 13, la merma de piedra caliza, es almacenada en diferentes puntos del área de producción, asimismo, se puede lograr minimizar dicho residuo con la implementación de una planta chancadora hasta en un 95%, siendo esto beneficioso para la empresa.

3.4.2. Diagnóstico de la dimensión de residuos del insumo

En la dimensión de residuos del insumo, se analizará el porqué de la generación de mermas y/o residuos en las distintas etapas del proceso de producción de Óxido de Calcio (cal) en la empresa, se evidencia residuos de insumo (carbón antracita), en el proceso de la recepción y fragmentación, esto puede ser causado por la falta de control del insumo, por malas maniobras de los operarios y por el uso no adecuado de las combas para la fragmentación, ya que, carbón que no esté en el parámetro de 1 a 3 pulgadas, no ingresan al proceso de calcinación porque no funcionaría como un buen

combustible para dicho proceso, caso contrario si es mayor al parámetro mencionado este tendrá una mayor calcinación y el producto no cumplirá con los estándares de calidad establecidos por el cliente.

El residuo de merma del insumo principal (carbón antracita) es de 0.3 tn al día, dicho dato es brindado por el Jefe de Operaciones (data 2019), con las observaciones directas realizadas en el área de producción durante dos semanas (3 días a la semana), se obtuvo un promedio de 0.3 toneladas al día de mermas de carbón, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 23: Datos de Observación - Merma de Insumo (carbón)

MERMA DEL INSUMO (CARBÓN)							
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	PROMEDIO
Semana 1	0.2		0.4		0.3		0.3
Semana 2		0.3		0.22		0.25	0.3
RESULTADO							0.3

Elaboración por los autores.

Figura 14: Almacén de carbón



Fuente: Elaboración por los autores.

Figura 15: Merma en la fragmentación del carbón



Fuente: Elaboración por los autores.

Como se observa en la figura 14 y 15, el almacén de merma del insumo (carbón antracita), este se genera en los distintos procesos de la producción, el cual es almacenado en diferentes zonas del área de la empresa, dicho residuo del insumo se encuentra expuesto al aire libre, este genera contaminación al aire, por la emisión de monóxido de carbono que este libera con la exposición al sol.

Esta merma puede reducirse con la implementación de una planta chancadora, ya que esta tiene diferentes funciones y efectuara el proceso de fragmentación de carbón, además realizar un monitoreo más profundo sobre la calidad del aire.

3.4.3. Diagnóstico de la dimensión de residuos del producto en proceso.

En la dimensión de residuos producto en proceso, se analizará el porqué de la generación de mermas y/o residuos en el proceso descarga del horno en la producción de Óxido de Calcio (cal), se evidencia residuos en la clasificación de cal granada, esto puede ser causado por la falta de control de tiempos, ingreso de piedra y carbón que no están dentro de los parámetros establecidos, ya que, disminuyen el porcentaje del óxido de calcio.

El residuo de merma del producto en proceso (cal granada), es de 1 tn al día, dicho dato es brindado por el Jefe de Operaciones (data 2019), con las observaciones directas realizadas en el área de producción durante dos semanas (3 días a la semana), se obtuvo un promedio de 1 tonelada al día de mermas de producto en proceso, como se aprecia en la siguiente tabla 24:

Tabla 24: Datos de Observación - Merma de producto en proceso

MERMA DE PRODUCTO EN PROCESO							
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	PROMEDIO
Semana 1	0.9		1.1		0.95		1.0
Semana 2		1.2		0.85		0.95	1.0
	RESULTADO						1.0

Elaboración por autores.

Figura 16: Almacén de merma de producto en proceso



Fuente: Elaboración por los autores.



Figura 17: Merma en la selección de impurezas



Fuente: Elaboración por los autores.

Como se observa en la figura 16 y 17, es la merma del producto en proceso (cal granada), la cual ya no puede ser reutilizada para la producción si se encuentra semi-calcinada o repasada, porque bajaría la pureza del producto final y este puede ser rechazado por el cliente, como se muestra en la tabla 25, la descripción de la cal para la identificación si la cal granada continua en el proceso o es desechado.

Tabla 25: Identificación de la cal para uso o desecho(residuo)

TIPO	DESCRIPCIÓN
 <p data-bbox="371 1131 657 1164">Foto 1. Cal Granada</p>	<p data-bbox="938 719 1270 752">Cal Granada (Cal Viva)</p> <p data-bbox="853 808 1356 1032">Roca caliza que ha sido calcinada en su totalidad en los hornos de producción. Tiene un color blanquecino, peso específico bajo (bajo peso al alzarla), presenta fisuras producto del proceso de calcinación.</p> <p data-bbox="853 1088 1353 1122">Fin: Pasa al almacén de cal granada.</p>
 <p data-bbox="336 1653 692 1686">Foto 2. Cal semicalcinada</p>	<p data-bbox="978 1178 1227 1211">Cal semicalcinada</p> <p data-bbox="853 1267 1356 1644">Roca caliza que no ha sido calcinada en su totalidad. Tiene un color blanquecino en algunas zonas (partes calcinadas) y color gris - azulado (partes sin calcinar), su peso al alzarla es más elevado que la cal viva. Este tipo de cal debe ser separa puesto que está considerada como impurezas que disminuyen el porcentaje de óxido de calcio.</p> <p data-bbox="853 1700 1222 1733">Fin: Cal fuera del proceso.</p>

	<p style="text-align: center;">Cal repasada</p> <p>Roca caliza que inicialmente no ha sido calcinada en los hornos de producción y ha sido reingresada para su calcinación completa.</p> <p>Tiene un color gris oscuro, presenta fisuras producto de la calcinación y tiene un peso elevado al alzarlo.</p> <p>Fin: Cal fuera del proceso</p>
<p>Foto 3. Cal repasada.</p>	

Fuente: Empresa Nube Blanca EIRL

Dicha merma se logrará reducir con la implementación de una planta chancadora, e implementación de un formato de control para la toma de temperatura en el proceso de calcinación y un formato para el control de tiempo en dicho proceso.

3.4.4. Diagnóstico de la dimensión de costos específicos de los residuos

En la dimensión de costos específicos de los residuos, se analizará el costo total de la generación de las mermas de materia prima, insumo y producto en proceso, durante el proceso de la producción del óxido de calcio (cal viva), como se detalla a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 26: Costo de materia prima

<i>Materia Prima</i>	<i>Cantidad (Tn)</i>	<i>Precio (Tn)</i>	<i>Total</i>
Piedra Caliza	1	S/ 50.50	S/ 50.50
Merma de Piedra Caliza	1.2	S/ 50.50	S/ 60.60

Elaboración por los autores.

Tabla 27: Costo del insumo

<i>Insumo</i>	<i>Cantidad (Tn)</i>	<i>Precio (Tn)</i>	<i>Total</i>
Carbón	1	S/ 210.00	S/ 210.00
Merma de Carbón	0.3	S/ 210.00	S/ 63.00

Elaboración por los autores.

Tabla 28: Costo de producto en proceso

<i>Producto en proceso</i>	<i>Cantidad (Tn)</i>	<i>Precio (Tn)</i>	<i>Total</i>
Cal Granada	1	S/ 380.00	S/ 380.00
Merma de cal	1	S/ 380.00	S/ 380.00

Elaboración por los autores.

Se utilizará la siguiente formula:

Ecuación 6: Costo de residuos

$$\text{Costo total de residuos} = C. \text{Materia Prima} + C. \text{Insumos} + C. \text{Prod. en proceso}$$

$$\text{Costo total de residuos} = 60.6 \text{ soles} + 63 \text{ soles} + 380 \text{ soles} = 503.60 \text{ soles/día}$$

El resultado obtenido es de 503.60 soles al día que la empresa pierde durante la producción del óxido de calcio, como se puede apreciar el costo que se genera durante todo el proceso es mínimo al día, pero si se evalúa durante un mes (27 días laborales) la perdida que se obtendría es de 13,597.20 soles al mes.

$$\begin{aligned} \text{Costo total de residuos} &= 503.60 \text{ soles/día} * 27 \text{ días/mes} \\ &= 13,597.2 \text{ soles/mes} \end{aligned}$$

Este costo de los residuos se puede reducir con la implementación de todo lo que se ha propuesto anteriormente en las dimensiones, siendo prioridad la implementación de una planta chancadora, para obtener una mayor productividad.

3.4.5. Diagnóstico de la dimensión de Calidad del aire

En la dimensión de Calidad del aire, se identificó partículas en suspensión (polvo), que son generadas en algunas áreas del proceso, según la data 2019 brindada por el Jefe SSOMA y por las observaciones directas realizadas, se identificó cuáles son los procesos que generan polvo, donde se realizó una valoración, en el cual se mide el carácter genérico del impacto MAGNITUD (intensidad y afectación) e IMPORTANCIA (duración e influencia), en cual se detalla a continuación en la siguiente tabla 29.

Tabla 29: Magnitud e importancia del impacto generado en la calidad del aire por la actividad de la empresa Nube Blanca en el año 2019

<i>Impacto</i>	<i>Área</i>	<i>Proceso</i>	<i>Aspecto</i>	MAGNITUD		IMPORTANCIA	
				<i>Intensidad</i>	<i>Afectación</i>	<i>Duración</i>	<i>Influencia</i>
<i>CALIDAD DEL AIRE (partículas en suspensión)</i>	Chancado de roca y carbón	Extracción	Levantamiento de Polvo se genera al ejecutar dicha actividad.	Baja	Baja	Media	Puntual
		Chancado y/o trituración	Levantamiento de Polvo, ya que dicha actividad se realiza de manera artesanal.	Media	Media	Media	Puntual
	Llenado de hornos y calcinación	Llenado de hornos	Al transportar la materia prima y el insumo, hay presencia de polvo.	Baja	Baja	Media	Puntual
		Descarga de hornos	Al transcurrido el tiempo de calcinación, al descargar los hornos, se genera una gran cantidad de polvo	Media	Baja	Media	Puntual
	Molienda - almacenado-despacho	Molienda	Se genera gran cantidad de polvo en este proceso, por lo que los molinos	Media	Media	Media	Puntual

	son de manera artesanal.				
Almacenaje	Al apilar los sacos, hay presencia de polvo.	Baja	Baja	Media	Puntual
Comercialización	Al realizar el carguío de los sacos y/o big bag hay presencia de polvo.	Baja	Baja	Baja	Puntual
	Entrada y salida de vehículos de transporte de cal.	Media	Media	Baja	Puntual

Fuente: Empresa Nube blanca EIRL

En la tabla 29, se identificó presencia de partículas (polvo), en el área de chancado de roca y carbón y en la molienda – almacenado – despacho, en dichas áreas son las que originan mayor afectación con respectó al levantamiento de polvo, sobre todo en época seca, dicha información se puede apreciar en el informe del monitoreo ambiental realizado en el año 2019, que se ejecuta 1 vez al año con la empresa Geomax Laboratorio, dichos resultados obtenidos de las partículas de suspensión PM₁₀, se muestran en la tabla 30.

En la tabla 30, se muestra las concentraciones de partículas PM₁₀ medidos en el punto de control, y que son comparados con el Valor Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire.

Tabla 30: Resultado del Monitoreo Ambiental de PM₁₀

Hora de Inspección	Establecimiento	Coordenadas		Altitud m.s.n.m.	Fecha de monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m ³)
		Este	Norte			
07: 00 a.m.	Nube Blanca EIRL	768986	9255605	3057	22/07/2019	19.25
08: 00 a.m.	Nube Blanca EIRL	768986	9255605	3057	22/07/2019	25.83
09: 00 a.m.	Nube Blanca EIRL	768986	9255605	3057	22/07/2019	24.08
10: 00 a.m.	Nube Blanca EIRL	768986	9255605	3057	22/07/2019	26.58
11: 00 a.m.	Nube Blanca EIRL	768986	9255605	3057	22/07/2019	22.67
12: 00 p.m.	Nube Blanca EIRL	768986	9255605	3057	22/07/2019	23.67

01:00 p.m.	Nube Blanca EIRL	768986	9255605	3057	22/07/2019	14.08
02:00 p.m.	Nube Blanca EIRL	768986	9255605	3057	22/07/2019	26.50
03:00 p.m.	Nube Blanca EIRL	768986	9255605	3057	22/07/2019	25.67
04:00 p.m.	Nube Blanca EIRL	768986	9255605	3057	22/07/2019	25.33
05:00 p.m.	Nube Blanca EIRL	768986	9255605	3057	22/07/2019	13.83
06:00 p.m.	Nube Blanca EIRL	768986	9255605	3057	22/07/2019	11.75

PROMEDIO ARITMETICO DE LAS CONCENTRACIONES DE PARTICULAS EN SUSPENSIÓN PM ₁₀	21.60 µg/m ³
ESTÁNDAR NACIONAL DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE PM ₁₀	100 µg/m ³

Fuente: Empresa Nube blanca EIRL

Dichos resultados, que determinó las partículas PM₁₀, es mediante el equipo de monitoreo contador de partículas HANDHELD 3016 IAQ, con un flujo de 0.1 CFM y un interfaz “Pantalla Táctil”, se observa que, en el área chancado de roca y carbón y en la molienda – almacenado – despacho, la presencia de polvo es de mayor intensidad.

Así mismo, se comprueba que el volumen de partículas agregadas a la atmosfera aumenta progresivamente conforme al ritmo de producción de óxido del calcio. Los valores encontrados en la evaluación hecha en horas de la tarde muestran un valor mayor con respecto a los valores que arroja el equipo en la mañana debido a que la actividad laboral aumenta.

Las concentraciones de partículas PM₁₀ medido en el punto de inspección se encuentran por debajo del valor establecido por el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire para PM₁₀ fijado en 100 µg/m³ según la norma 003-2017-MINAM para aire.

La máxima concentración (26.58 µg/m³) se obtuvo en la hora 10:00 a.m. debido a la mayor actividad laboral dentro de la calera; mientras que la concentración mínima es a las 6 p.m. el cual se obtuvo (11.75 µg/m³), por lo que se debe a la disminución de dicha actividad.

Los resultados obtenidos de PM₁₀ en el monitoreo, se encuentran por debajo del valor establecido, por lo que se tomara acciones en los procesos y/o áreas que tienen una afectación Media (ver tabla 29). Según el autor (ANAICEL GÓNGORA GONZÁLEZ, 2018), en su tesis acciones para mitigar la emisión de polvo a la atmosfera en la planta PRODUCTORA DE HIDRATADO DE CAL “LA YAYA”, logró reducir un 5% de la concentración de partículas en suspensión de polvo PM₁₀, las acciones que se proyectó, serán planteadas en la mejora de dicha dimensión.

3.2.2. Diagnóstico de la dimensión Ruido Ambiental

En la dimensión de Ruido Ambiental, se identificó que el ruido ambiental, es generado en diferentes zonas de la planta de producción, por el uso de maquinarias, equipos y vehículos, que formar parte del proceso para la obtención del Oxido de calcio, según data 2019 brindada por el Jefe SSOMA y por las observaciones directas realizadas, se identificó cuáles son los procesos en cual se genera mayor ruido, se realizó una valoración, en el cual se mide el carácter genérico del impacto MAGNITUD (intensidad y afectación) e IMPORTANCIA (duración e influencia), se detalla a continuación en la siguiente tabla 31.

Tabla 31: Magnitud e importancia del impacto generado por el ruido en la empresa

Nube Blanca en el año 2019

<i>Impacto</i>	<i>Área</i>	<i>Proceso</i>	<i>Aspecto</i>	<i>MAGNITUD</i>		<i>IMPORTANCIA</i>	
				<i>Intensidad</i>	<i>Afectación</i>	<i>Duración</i>	<i>Influencia</i>
CALIDAD DEL AIRE (	Chancado de roca y carbón	Fragmentación	Ruido producido por el uso de maquinaria (retroexcavadora)	Baja	Baja	Media	Puntual

Llenado de hornos y calcinación	Llenado de hornos	Ruido producido por el uso de maquinaria (retroexcavadora)	Media	Media	Media	Puntual
Molienda - almacenado - despacho	Molienda	Ruido producido por el uso de maquinaria (molinos)	Media	Media	Media	Puntual
	Comercialización	Ruido producido por el uso de vehículos.	Baja	Baja	Baja	Puntual

Fuente: Empresa Nube Blanca EIRL

En la tabla 31, se identificó que la mayor intensidad de ruido es producida en las áreas de chancado de roca y carbón, llenado de hornos y calcinación, molienda – almacenado – despacho, que especifica el informe del monitoreo, a continuación, en la tabla 32 se detallan los resultados obtenidos en el monitoreo con respecto al ruido ambiental.

Tabla 32: Resultados del Monitoreo de Ruido

Hora de Inspección	Establecimiento	Coordenadas		Altitud m.s.n.m.	Fecha de monitoreo	Nivel de ruido Equivalente(dBA)
		Norte	Este			Leq - d
07: 00 a.m	Nube Blanca E.I.R.L	9255605	768986	3057	22/07/2019	68.75
08: 00 a.m	Nube Blanca E.I.R.L	9255605	768986	3057	22/07/2019	65.15
09: 00 a.m	Nube Blanca E.I.R.L.	9255605	768986	3057	22/07/2019	70.55
10: 00 a.m	Nube Blanca E.I.R.L	9255605	768986	3057	22/07/2019	65.83
11: 00 a.m	Nube Blanca E.I.R.L	9255605	768986	3057	22/07/2019	66.42
12: 00 p.m	Nube Blanca E.I.R.L	9255605	768986	3057	22/07/2019	69.67
01:00 p.m	Nube Blanca E.I.R.L	9255605	768986	3057	22/07/2019	65.17
02:00 p.m	Nube Blanca E.I.R.L	9255605	768986	3057	22/07/2019	66.42
03:00 p.m	Nube Blanca E.I.R.L	9255605	768986	3057	22/07/2019	68.25
04:00 p.m	Nube Blanca E.I.R.L	9255605	768986	3057	22/07/2019	65.75
05:00 p.m	Nube Blanca E.I.R.L	9255605	768986	3057	22/07/2019	59.58
06:00 p.m	Nube Blanca E.I.R.L	9255605	768986	3057	22/07/2019	62.17

PROMEDIO ARIMETICO DE NIVEL DE RUIDO EQUIVALENTE	66.15 dBA
ESTÁNDAR NACIONAL DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RUIDO	80 dBA

Fuente: Empresa Nube Blanca EIRL

Dicho monitoreo fue medido en el punto PM-I- DIURNO, el cual tiene un PROMEDIO ARIMETICO DE CONCENTRACION DE RUIDO, que se realizó desde las 7.00 am

hasta las 6.00 pm y obtuvo un promedio de 66.15 dBA, el cual no supera el límite máximo permisible del ESTÁNDAR NACIONAL DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RUIDO (ECA), fijado en 80 dBA, por lo que se tomara algunas acciones en las áreas que generan una afectación media (tabla 31). Según el autor (Chacon, 2018) en su tesis evaluación y control de ruido en la empresa minera de explotación SERINGTELL EIRL, logró reducir un 8% el ruido generado en dicha empresa, con propuestas que proyectó, que serán planteadas en la mejora de dicha dimensión.

3.2.3. Diagnóstico de la dimensión vertidos accidentales

En la dimensión de vertidos accidentales, mediante la data brindada por el Jefe SSOMA, se identificó y/o analizaron los 2 vertidos accidentales que sucedieron en el año 2019 (tabla 33) de los insumos y/o materiales que utilizan en el mantenimiento preventivo de la maquinaria y/o equipos, los cuales son: aceites, grasas y lubricantes, conjuntamente con la visita realizada se observó que no cuentan con bandejas industriales, un trapo industrial, un kit de anti-derrames y un contenedor específico para la disposición final de estos residuos y por último no cuentan con un procedimiento para proteger el suelo ante un derramamiento de un vertido accidental.

Tabla 33: Vertidos accidentales 2019

Registro de los Vertidos Accidentales – 2019											
<i>ENE</i>	<i>FEB</i>	<i>MAR</i>	<i>ABR</i>	<i>MAY</i>	<i>JUN</i>	<i>JUL</i>	<i>AGO</i>	<i>SET</i>	<i>OCT</i>	<i>NOV</i>	<i>DIC</i>
				X				X			
Total: 02											

Observación: Derrame de aceite, al realizar el Mtto de la retroexcavadora el día 13 de Mayo del 2019, hora: 10:45am y el día 29 de Octubre del 2019, hora:9:48 am

Fuente: Nube Blanca EIRL

Figura 18: Uso de aceite en el área de Producción



Fuente: Nube Blanca EIRL

Figura 19: Derramamiento de aceite en el suelo



Fuente: Nube Blanca EIRL

Como se observa en la figura 18 y 19, no se usa implementos de seguridad y/o protección (bandejas industriales), para evitar derramamiento del aceite u otro insumo, hacia suelo como se evidencia en la figura 19, lo que causa que este tipo de inconvenientes generen contaminación al suelo, por lo que se le propone a la empresa la implementación y uso de bandejas industriales, trapos industriales, kit de anti-derrames y la propuesta de un procedimiento y/o plan de prevención de vertidos accidentales.

3.3. Matriz de operacionalización de variables con los resultados del diagnóstico:
Tabla 34:Matriz de operacionalización de la empresa Nube Blanca EIRL

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	RESULTADOS
Variable Dependiente: Productividad	Según el autor (Sevilla, 2017): “La productividad es una medida económica que calcula cuántos bienes y servicios se han producido por cada factor utilizado (trabajador, capital, tiempo, costes, etc.) durante un periodo determinado. Por ejemplo, cuanto produce al mes un trabajador o cuánto produce una maquinaria”.	Productividad de materia prima	sacos/tn big bag/tn	7 sacos/tn 0.5 big bag/tn
		Productividad por hora-máquina	sacos/hr-máq. big bag/hr-máq.	56 sacos/hr-máq. 4 big bag/hr-máq.
		Productividad por mano de obra	saco/operario	*Se detalla en la pág.83
			big bag/operario	* Se detalla en la pág.83
		Eficiencia física	Porcentaje	51% Porcentaje
		Eficiencia económica	Soles/Beneficio	2.40 Soles/Beneficio
				2.20 Soles/Beneficio
Variable Independiente: Producción más limpia	Según el (Centro de Producción más Limpia., 2017) "La Producción más Limpia es una estrategia ambiental preventiva integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente”.	Residuos de MP	tn/día	1.2 tn/día
		Residuos del insumo	tn/día	0.3 tn/día
		Residuos de producto en proceso	tn/día	1 tn/día
		Costo específico de los residuos	soles/día	503.60 soles/día
		Calidad del aire	µg/m ³	21.60 µg/m ⁴
		Ruido ambiental	dBA	66.15 dBA
		Vertidos accidentales	Acc/año	2 acc/año

Fuente: Elaboración por los autores.

(***) **Productividad por mano de obra:** En esta dimensión tenemos varios resultados para cada área del proceso de producción para cada producto (cal molida y/o cal granulada), que se detallará a continuación.

- **Chancado de roca y carbón:** En el área de chancado de roca y carbón el resultado es de cal molida 45 sacos/operario y de cal granulada es de 3 big bag/ operario.
- **Llenado de hornos y calcinación:** En el área de hornos el resultado de cal molida es de 56 sacos/operario y de cal granulada es de 3.7 big bag/ operario.
- **Descarga de hornos y transporte de cal:** En el área de descarga de hornos el resultado de cal molida es de 75 sacos/operario y de cal granulada es de 5 big bag/ operario.
- **Molienda – Almacenamiento- Despacho:** En el área de molienda el resultado de cal molida es de 90 sacos/ operario y de cal granulada es de 6 big bag/ operario.

3.5. Diseño de mejora de variable dependiente – Productividad:

3.5.1. Diseño de mejora de la dimensión productividad de materia prima

Como se muestra en la tabla 34, el resultado de la dimensión de productividad de materia prima, es de 7 sacos por tonelada de cal molida y 0.5 big bag por tonelada de cal granulada al día, los resultados son bajos, ya que, el trabajo se realiza de manera artesanal, el cual genera mayor cantidad de mermas y/o residuos en el área de chancado de roca y carbón, esto se debe por la falta de control en el área, por lo que se propone a la empresa la implementación de una planta chancadora.

A continuación, se detallará la propuesta:

Se propone la compra de una planta chancadora de marca FTM, que se muestra en la siguiente figura:

Figura 20: Planta Chancadora



Fuente: Fote Heavy Machinery Co, Ltd.

Figura 21: Planta Chancadora parte lateral



Fuente: Fote Heavy Machinery Co, Ltd

Dichas características y/o especificaciones se detallarán en la siguiente tabla 36:

Tabla 35: Especificaciones de la planta chancadora

Especificaciones de la chancadora				
Modelo	Tipo	Capacidad (tn/h)	Tipo de motor	Dimensión
PF-1010	Chancadora de impacto	50-90	Motor AC	2650x2460x2800 mm

Elaboración por los autores.

Dicha planta chancadora tiene una capacidad de 50 a 90 tn por hora, con lo cual se logrará reducir el tiempo de producción, en especial en el área de chancado de piedra y carbón, ya que, este se realiza de manera artesanal y es ejecutada durante las 8 horas de jornada laboral, obteniendo consigo una producción de 60 tn al día de piedra caliza, con dicha propuesta se logrará aumentar la producción de materia prima de 100 tn hasta 180 tn al día, logrando una producción óptima en 2 horas de jornada laboral. Con dicha implementación se reducirá el tiempo de producción, horas de trabajo, sobreesfuerzo personal y algunos gastos adicionales.

A continuación, se identificará cuan productivo es el diseño de implementación de una planta chancadora, con respecto a la dimensión de materia prima, por lo que se usará la siguiente formula:

- **Cal molida**

$$\textit{Productividad actual} = \frac{432 \text{ sacos/día}}{60 \text{ tn/día}} = 7 \text{ sacos/tn}$$

La productividad actual, debería ser mayor, ya que, durante el proceso se genera 1.2 tn de merma de materia prima, el cual son 18 sacos de cal molida, que se le sumaría a la producción actual, de esta manera, se obtendrá la producción optima, como se detalla a continuación:

$$\textit{Productividad óptima} = \frac{450 \text{ sacos/día}}{60 \text{ tn/día}} = 8 \text{ sacos/tn}$$

La productividad optima, sin ningún residuo y/o merma es de 8 sacos/tn.

Con el diseño de implementación de una planta chancadora, se posee un margen de error de 5%, con el que se proyecta una generación de merma, la producción proyectada es de 100 tn al día, con dicho margen de error mencionado, se obtendrá 95tn de piedra caliza al día, el cual será ejecutado en 2 horas de jornada laboral.

Tabla 36: Cantidad producida actual y propuesta de cal molida

Piedra caliza (por día)	
60 tn	450 sacos
95 tn	713 sacos

Elaboración por los autores.

$$\textit{Productividad propuesta} = \frac{713 \text{ sacos/día}}{95 \text{ tn/día}} = 8 \text{ sacos/tn}$$

Se obtiene como resultado 713 sacos por tonelada, con una reducción de tiempo de producción de 8 horas a 2 horas al día, obteniendo una productividad de 8 sacos/ tn.

- **Cal granulada**

$$\textit{Productividad actual} = \frac{30 \textit{ big bag/dia}}{60 \textit{ tn/dia}} = 0.50 \textit{ big bag/tn}$$

La productividad actual, debería ser mayor, ya que, durante el proceso se generan 1.2 tn de merma, el cual equivale a 1.2 big bag de cal granulada, con la finalidad de que la producción sea óptima, se empleará la siguiente fórmula:

$$\textit{Productividad optima} = \frac{31.2 \textit{ big bag/dia}}{60 \textit{ tn/dia}} = 0.52 \textit{ big bag/tn}$$

La producción óptima, sin ningún residuo es de 0.52 big bag/tn.

Con el diseño de implementación de la planta chancadora, se tiene un margen de error del 5% de mermas, siendo la producción proyectada de 100 tn, en el que se obtendrá 95tn de materia prima al día, además, se reduce las horas de producción de 8 horas a 2 horas, a continuación, se plantea la siguiente propuesta:

Tabla 37: Cantidad producida actual y propuesta de cal granulada

Piedra caliza (por día)	
60 tn	30 big bag
95 tn	47.5 big bag

Elaboración por los autores.

$$\textit{Productividad propuesta} = \frac{47.5 \textit{ big bag/dia}}{95 \textit{ tn/dia}} = 0.52 \textit{ big bag/tn}$$

Se obtiene como resultado 47.5 big bag por tonelada, con una reducción de tiempo de producción de 8 horas a 2 horas al día, obteniendo una productividad de 0.52 sacos/ tn. Los resultados obtenidos con el diseño de mejora de la dimensión de productividad de materia prima, es la siguiente, con respecto a cal molida es de 8 sacos/tn y en la cal granulada es de 0.52 big bag/tn, además, se logrará reducir el tiempo de producción de 8 horas a 2 horas al día e incrementar la producción al día de 60tn a 95tn, el cual será ejecutado mediante la implementación de planta chancadora (figura 20 y 21).

3.5.2. Diseño de mejora de la dimensión productividad por hora-máquina

Como se muestra en la tabla 34, el resultado de la dimensión de productividad por hora-máquina, en sus diversas presentaciones, en cal molida el resultado es de 56 sacos por hora-máquina y de cal granulada es de 4 big bag por hora-máquina al día, los resultados son bajos, esto se debe a las deficiencia del equipo principal del proceso de producción que son los molinos, los cuáles no cumple y/o no poseen un programa de mantenimiento preventivo, por lo que surgen paradas inesperadas, además, de mala manipulación de los molinos, el cual generan deficiencias y hace que la empresa tenga una baja productividad, esto puede mejorar con la implementación de una planta chancadora, ya que, con dicho equipo se conseguirá que la materia prima y el insumo, sean de los parámetros adecuados y/o determinados dentro del proceso de producción, lo cual no generará sobreesfuerzo al molino, además, de implementar pre-usos para ambos equipos (molinos y planta chancadora), que deberán ser utilizados antes de iniciar con las labores, el cual ayudara a tener un mejor control para el mantenimiento preventivo de los equipos y evitar algunas paradas innecesarias, por último, se plantea capacitaciones y/o inducción para un buen uso de los equipos, máquinas y/o vehículos.


A continuación, se detallará las propuestas:

Se le propone a la empresa el diseño de implementación de una planta chancadora anteriormente mencionado (figura 20 y 21, tabla 35), para evitar algún sobreesfuerzo que se les genere a los molinos.

Por lo que, además se le propone el diseño de implementación de algunos formatos de pre-usos, para los equipos primordiales que son: los molinos y la planta chancadora, que se muestra a continuación:

- **Formato de pre-uso de molinos:**

Tabla 38: Formato de pre-uso de molinos

		INSPECCION PRE USO- MOLINO	
		Código:	Versión:
		Fecha:	Página 1 de 1
Elaborado: Coordinador del SIG		Revisado: Jefe de Operaciones	Aprobado: Alta Dirección
Fecha : __/__/__	Hora:	Fecha : __/__/__	Hora:
Serie:		Serie:	
Operador:		Molino N° : _____	
Molino N° : _____		Molino N° : _____	
MOLINOS		MOLINOS	
1. Filtros de Aceite y Petróleo	<input type="checkbox"/>	1. Filtros de Aceite y Petróleo	<input type="checkbox"/>
2. Nivel de Combustible	<input type="checkbox"/>	2. Nivel de Combustible	<input type="checkbox"/>
3. Nivel de aceite	<input type="checkbox"/>	3. Nivel de aceite	<input type="checkbox"/>
4. Nivel de agua	<input type="checkbox"/>	4. Nivel de agua	<input type="checkbox"/>
5. Pernos de martillo y cribas	<input type="checkbox"/>	5. Pernos de martillo y cribas	<input type="checkbox"/>
6. Fajas y Guardas	<input type="checkbox"/>	6. Fajas y Guardas	<input type="checkbox"/>
8. Cribas	<input type="checkbox"/>	8. Cribas	<input type="checkbox"/>
9. Chumaceras	<input type="checkbox"/>	9. Chumaceras	<input type="checkbox"/>
10. Tapa de Molino	<input type="checkbox"/>	10. Tapa de Molino	<input type="checkbox"/>
Se puede operar	<input type="checkbox"/>	Se puede operar	<input type="checkbox"/>
No se puede operar	<input type="checkbox"/>	No se puede operar	<input type="checkbox"/>
Condiciones para operar:			
Buen Estado: Estos Puntos deben estar operativos al 100%		Mal Estado: Realizar el mantenimiento correctivo	
Observaciones:		Observaciones:	
Firma del operador _____		Firma del operador _____	
Firma del Supervisor _____		Firma del Supervisor _____	


Elaboración por los autores.

Con dicho formato de pre-uso de molinos (tabla 38), se logrará tener un mejor control, ya que, al utilizar dicho formato, se sabrá las condiciones en el que se encuentra el equipo, sea en buen estado y/o mal estado, para el buen funcionamiento o caso contrario para la toma de acciones correctivas sobre ello, se logrará evitar averías y/o paradas inesperadas que toman tiempo dentro

de la producción, además, nos ayudará, ya que, con dicha información se podrá programar el mantenimiento preventivo de molinos, a continuación se plantea un programa de mantenimiento preventivo, teniendo en cuenta que los molinos son artesanales.


- **Formato de Mantenimiento preventivo de molinos:**

Tabla 39: Mantenimiento preventivo de molinos

		MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOLINOS				
		Código:		Versión:		
		Fecha:		Página 1 de 1		
Elaborado: Coordinador del SIG		Revisado: Jefe de Operaciones		Aprobado: Alta Dirección		
Fecha :						
MOLINO						
SERIE DEL EQUIPO:	LH67151/X10092W (M1)			LH67177/X102037 (M2)		
MOLINO	Mensual	Trimestral	Semestral	Mensual	Trimestral	Semestral
1.Cambio de Martillos						
2.Cambio de Pernos						
3.Cambios de Cribas						
4.Cambio de Chaquetas						
5.Cambio de Brazos Portamartillo						
MOTOR						
1.Cambios de aceite						
2.Cambio de filtro de aire						
3.Cambio de filtro de petróleo						
4.Cambio de pernos del cardán						
5.cambio de eje portavolante						
6.cambio de crucetas del cardán						
Responsable de ejecución:			Supervisor de ejecución:			
Nombre y Apellidos		Firma	Nombre y Apellidos		Firma	
Observaciones:						
<i>Elaboración por los autores.</i>						

- **Formato de pre-uso de la planta chancadora:**

Tabla 40: Formato de Pre-uso de Planta Chancadora


 NubeBlanca		INSPECCION PRE-USO DE LA CHANCADORA			
Fecha .___/___/___	Hora:			Área	
Equipo:				Serie:	
Operador:				DNI:	
Jefe de Operaciones:				DNI :	
Antes de 10 Hrs	A	Antes de 24 Hrs	B	Antes de una Semana	C
CHANCADORA					
	<i>PARAMETROS</i>		<i>ESTADO</i>		<i>OBSERVACIONES</i>
1 Nivel de aceite de lubricación	>50%				
2 T° de aceite de ingreso a la chancadora	<45°C				
3 T° de aceite de retorno al tanque	<54°C				
4 Nivel de aceite hidráulico	<50%				
5 Diferencial de presión (PSI)	<55				
6 Flujo de bocinas Inner (gal/min)	126-180				
7 Flujo de bocinas Outer (gal/min)	130-180				
8 Flujo de contraje (gal/min)	13-25				
9 Motor del compresor de sello de polvo	OP				
10 Supresores de polvo de tolva	OP				
11 Sensor de Nivel (200-LIT-0014)	OP				
12 Limpieza de patio de maniobras	LIMPIO				
13 Nivel de cilindro de grasa de araña	>40%				
14 Presión de acumulador de Hidroset (PSI)	250-450				
15 Para de emergencia	OP				
ROMPEROCAS					
1 Nivel de aceite de lubricación	>50%				
2 Nivel de cilindro de grasa	>50%				
3 T° de aceite	15-35				
4 Estado de pines y mangueras	BE				
5 Estado del cuerpo del romperocas	BE				
6 Estado de bombas	BE				
Se puede operar		<input type="checkbox"/>	No se puede operar		<input type="checkbox"/>
Condiciones para operar:					
Buen Estado (BE): Estos Puntos deben estar operativos al 100%					
Mal Estado (ME): Realizar el mantenimiento correctivo					
Observaciones:					
<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>					
<hr/> Firma del operador			<hr/> Firma del Jefe de Operaciones		

Elaboración por los autores.

Con el formato de pre-uso de la planta chancadora (tabla 40), se logrará tener un buen control de dicho equipo, evitar alguna posible falla o inconveniente durante la producción, además, de cumplir con el programa de mantenimiento preventivo que se programe y/o planifique.

Por último, se implementará un cronograma capacitaciones al personal para el uso adecuado de los equipos (molinos y planta chancadora), para evitar cualquier incidente dentro del área de trabajo o malas manipulaciones, el cual podría generar averías o deterioro de los equipos y cause paradas inesperadas en el proceso, por lo que se plantea el siguiente cronograma de capacitaciones (tabla 41).

Tabla 41: Cronograma de capacitaciones para el uso de los equipos

		CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES EL USO DE EQUIPOS			
Equipo	Objetivo	Capacitaciones	Frecuencia de medición	Responsable	Supervisor
Chancadora y/o Molinos	Evitar incidentes y/o averías en los equipos	Capacitación de difusión del manual.	Trimestral	Ingeniero mecánico	Jefe y/o Supervisor de Operaciones
		Capacitación de identificación de piezas y/o elementos del equipo.	Semanal		
		Capacitación y taller del uso y/o manejo del equipo.	Mensual		
		Capacitación de difusión de formatos de pre-usos.	Quincenal		

Elaboración por los autores.

A continuación, se identificará en cuanto mejorará la productividad con respecto a hora-máquina con las propuestas planteadas anteriormente, se detalla a continuación:

- **Cal molida en molino 1 y 2 es:**

$$\text{Productividad actual} = \frac{450 \frac{\text{sacos}}{\text{día}}}{8 \text{ hr} \frac{\text{maq}}{\text{día}}} = 56 \text{ sacos/hr} - \text{maq.}$$

La producción mencionada anteriormente, debería ser mayor, ya que, durante el proceso se genera 2.5tn de merma que equivale a 38 sacos, la finalidad es que la producción sea óptima, como se muestra a continuación:

$$\text{Productividad óptima} = \frac{488 \text{ sacos/día}}{8 \text{ hr-máq/día}} \cong 61 \text{ sacos/hr - máq.}$$

La productividad óptima, sin ningún residuo y/o merma es de 61 sacos/hr-máq.

Con el diseño de implementación de lo anteriormente mencionado, la producción se ejecutará en 2 horas, además, se logrando aumentar la producción a 713 sacos/día.

$$\text{Productividad propuesta} = \frac{713 \text{ sacos/día}}{8 \text{ hr-máq/día}} = 89.1 \cong 89 \text{ sacos/ hr-máq}$$

Se mejorará la productividad de hora-máquina con respecto a cal molida de 56 sacos a 89 sacos/hr-máq.

- **Cal granulada en molino 1 y 2**

$$\text{Productividad actual} = \frac{30 \text{ big bag/día}}{8 \text{ hr - máq/día}} = 3.75 \text{ big bag/hr - máq}$$

La producción mencionada anteriormente, debería ser mayor, ya que, durante el proceso se generan 2.5 tn de merma, la finalidad es que la producción sea óptima, como se muestra a continuación:

$$\text{Productividad óptima} = \frac{32.5 \text{ big bag/día}}{8 \text{ hr - máq/día}} = 4.06 \text{ big bag/hr - máq}$$

Para que dicha producción sea óptima, sin ningún residuo es de 4.0 big bag/hr-máq

Con el diseño de implementación de lo anteriormente mencionado, la producción será en un menor tiempo, además se aumentará la producción a 47.5 big bag/día.

$$\text{Productividad propuesta} = \frac{47.5 \text{ big bag/día}}{8 \text{ hr - máq/día}} = 5.93$$

$$\cong 5.9 \text{ big bag//hr - máq}$$

Se mejorará la productividad de hora-máquina con respecto a cal granulada de 3.7 big bag a 5.9 big bag/hr-máq.

El resultado obtenido con el diseño de mejora con respecto a la dimensión de productividad por hora máquina, se realizará mediante la implementación de la planta chancadora (figura 20 y 21), y algunos de formatos de pre-uso de molinos (tabla 38) y el pre-uso de la chancadora (tabla 40), los cuales son elementos fundamentales para el buen funcionamiento de los equipos y evitar cualquier falla, los resultados obtenidos durante una producción de 8 horas de jornada laboral son los siguientes, con respecto a cal molida es de 89 sacos/ hr-máq y de cal granulada es de 5.9 big bag/ hr-máq.

3.5.3. Diseño de mejora de la dimensión productividad de mano de obra

Como se muestra en la tabla 34, el resultado de la dimensión de productividad por mano de obra, los resultados obtenidos por cada área son las siguientes: área de chancado de roca y carbón con respecto a cal molida es 45 sacos/operario y de cal granulada es 3 big bag/operario, en el área llenados de hornos y calcinación el resultado de cal molida es de 56 sacos/operario y de cal granulada es 3.7 big bag/operario, en el área de descarga y transporte de cal el resultado de cal molida es 75 sacos/operario y de cal granulada es 5 big bag/operario, en el área de molienda-almacenado-despacho el resultado de cal molida es 90 sacos/operario y de cal granulada es 6 big bag/operario, dichos resultados obtenidos, son bajos en todas las áreas de producción, por ende nos enfocaremos en las áreas principales, logrando mejorar la productividad, con la implementación de una planta chancadora, implementando pausas pasivas en la jornada laboral, capacitaciones y/o talleres de motivación personal, consiguiendo fortalecer la comunicación del trabajador con el empleador, para lograr que el personal se comprometa con la empresa y alcanzar minimizar el ausentismo laboral mediante estrategias a plantear.

A continuación, se detallará las propuestas:

Se le propone a la empresa el diseño de implementación de una planta chancadora anteriormente mencionado (figura 20, 21 y tabla 35), el cual disminuirá el cansancio y/o sobreesfuerzo del personal en el área de chancado de roca y carbón, donde se realiza la fragmentación de piedra caliza y carbón antracita, siendo este el área con mayor presencia de ausentismo laboral, con dicha implementación se lograra aumentar la capacidad de producción, además de remplazar la mano de obra en el área de chancado de roca y carbón, conjuntamente ayudará a la empresa a mejorar la producción y la productividad, el cual tendrá una reducción de personal en la área de chancado de roca y carbón de 10 operarios a 3 operarios, que se encargaran de la manipulación del equipo entre ellos un técnico en mantenimiento.

Asimismo, se le propone a la empresa la implementación de pausas pasivas, ya que, con estos descansos breves durante la jornada laboral, servirán para recuperar la energía, mejorar el desempeño y eficiencia en el trabajo, a través de diferentes técnicas y ejercicios que ayudan a reducir la fatiga, disminuir trastornos musculo esqueléticos y prevenir el estrés.

Dichos estiramientos se realizan de 3 a 5 minutos, se muestran a continuación en la siguiente figura 22:


Figura 22: Ejercicios - Pausas Activas



Elaboración por los autores.

Además, se le propone la implementación de algunas capacitaciones y/o talleres vivenciales para el desarrollo personal de los trabajadores, que les permite fortalecer la comunicación interpersonal, mejorar el bienestar emocional y la calidad de vida, logrando que el personal se sienta comprometido con la empresa, para reducir el ausentismo laboral existente. A continuación, se detalla en la siguiente tabla 42:

Tabla 42: Capacitaciones y/o talleres vivenciales

 TEMAS	CAPACITACIONES Y/O TALLERES VIVENCIALES
EMPODERAMIENTO MENTAL	Se logrará el empoderamiento descubriendo las competencias del personal, creando la realidad en la que desea trabajar.
COMUNICACIÓN EFECTIVA	Se logrará la comunicación con estrategias que permitan fortalecer la comunicación interpersonal en los diferentes ambitos ya sea laboral, empresarial o social.
MOTIVACIÓN	Se logrará la motivación con estrategias incentivar con los objetivos personales y empresariales.
INTELIGENCIA EMOCIONAL	Se mejorará el bienestar emocional y la calidad de vida de los trabajadores.
LIDERAZGO TRANSFORMADOR Y TRABAJO EN EQUIPO	Se logrará mediante estrategias lograr que el personal tenga un mejor manejo de grupo, motivandole un cambio de actitud que genera colaboración y sinergia en el grupo.

Elaboración por los autores.

A continuación, se identificará en cuanto mejorará la productividad con respecto a mano de obra en cada área, con las propuestas de mejoras planteadas anteriormente.

- **Chancado de piedra y carbón:**

En el área de chancado de roca y carbón se realiza la actividad de fragmentación de piedra en cual trabajan 8 personas y en la fragmentación de carbón trabajan 2 personas. Para completar dicha información de esta dimensión, en la cual se obtiene de producción 30 tn (450 sacos de cal molida y/o 30 big bag de cal granulada) entre los 10 operarios que trabajan en el área de chancado de piedra y carbón.

Aplicación de la fórmula para:

- **Cal molida**

$$\text{Prod. MO actual} = \frac{450 \text{ sacos /día}}{10 \text{ operarios/día}} = 45 \text{ sacos /operario}$$

La productividad de mano de obra en el área de chancado de roca y carbón, con respecto a cal molida, es 45 sacos por operario.

Dicha producción mencionada anteriormente, debería ser mayor, pero existe 2.5tn de mermas, que equivalen a 38 sacos, el cual será añadido a la producción, para obtener la productividad óptima, en el cual se empleara la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad óptima} = \frac{488 \text{ sacos/día}}{10 \text{ operarios/día}} = 48 \text{ sacos/ operario}$$

Para que dicha producción sea óptima, sin ningún residuo el resultado es de 48 sacos/operario.

$$\text{Productividad propuesta} = \frac{713 \text{ sacos/día}}{3 \text{ operarios /día}} = 238 \text{ sacos/ operario}$$

Se logrará incrementar la productividad de mano de obra con respecto a cal molida a 238 sacos/operario.

- **Cal granulada**

$$\text{Prod. MO actual} = \frac{30 \text{ big bag /día}}{10 \text{ operarios/día}} = 3 \text{ big bag/operario}$$

La productividad de mano de obra en el área de chancado de roca y carbón, con respecto a cal granulada, el resultado es de 3 big bag/operario.

$$\text{Productividad optima} = \frac{32.5 \text{ big bag/día}}{10 \text{ operarios/día}} = 3.25 \text{ big bag/operario}$$

Para que dicha producción sea óptima, debe ser 3.25 big bag/operario.

Con el diseño de implementación de la planta chancadora tiene un margen de error de 5% de merma en las 100 tn que producirá, obteniendo 95tn de piedra caliza en 2 horas de producción, el cual se obtiene como resultado 47.5 big bag en 2 horas durante el día, se reducirá el personal de 10 operarios a 3 operarios.

$$\text{Productividad propuesta} = \frac{47.5 \text{ big bag/día}}{3 \text{ operarios/día}} = 15.8 \text{ big bag/operario}$$

Se mejorará la productividad de mano de obra con respecto a cal granulada a 15.8 big bag por operario.

- **Llenado de hornos y calcinación:**

En el área de llenado de hornos y calcinación, se realiza la actividad de llenado de hornos mediante 8 trabajadores.

Para completar dicha información de esta dimensión, la cual se obtiene de la producción que son 30 tn (450 sacos de cal molida y/o 30 big bag de cal granulada), entre 8 operarios que trabajan en el área de llenado de hornos y calcinación.

Aplicación de la fórmula para:

- **Cal molida**

$$\text{Prod. MO actual} = \frac{450 \text{ sacos /día}}{8 \text{ operarios/día}} = 56.25 \cong 56 \text{ sacos /operario}$$

La productividad de mano de obra en el área de llenado de hornos y calcinación de cal molida, dicho resultado es 56 sacos por operario.

$$\text{Productividad óptima} = \frac{488 \text{ sacos/día}}{8 \text{ operarios/día}} = 61 \text{ sacos/ operario}$$

Para que dicha producción sea óptima, sin ningún residuo es de 61 sacos/operario.

$$\text{Productividad propuesta} = \frac{713 \text{ sacos/día}}{3 \text{ operarios /día}} = 237 \text{ sacos/ operario}$$

Se mejorará la productividad de mano de obra con respecto a la cal molida a 237 sacos/operario.

- **Cal granulada**

$$\text{Prod. MO actual} = \frac{30 \text{ big bag /día}}{8 \text{ operarios/día}} = 3.75 \cong 3.7 \text{ big bag/operario}$$

La productividad de mano de obra en el área de hornos de cal granulada, dicho resultado es 3.7 big bag por operario.

$$\text{Productividad optima} = \frac{32.5 \text{ big bag/día}}{8 \text{ operarios/día}} = 4.0 \text{ big bag/operario}$$

Para que dicha producción sea óptima, debe ser 4.0 big bag/operario.

$$\text{Productividad propuesta} = \frac{47.5 \text{ big bag/día}}{3 \text{ operarios/día}} = 15.8 \text{ big bag/operario}$$

La productividad de mano de obra en el área de hornos de cal granulada es 15.8 big bag/operario.

- **Descarga de hornos y traslado de cal:**

En el área de descarga y transporte de cal, se realiza dos actividades las cuales son:

Descarga de horno, en el cual trabajan 4 personas y en el transporte de la cal al almacén central trabajan 2 personas, en dicha área trabajan en total 6 trabajadores.

Para completar dicha información de esta dimensión, la cual se obtiene de la producción que son 30 tn (450 sacos de cal molida y/o 30 big bag de cal granulada) entre 6 operarios que trabajan en el área descarga de hornos y traslado de cal de producto en proceso (cal granada).

Aplicación de la fórmula para:

- **Cal molida**

$$\text{Prod. MO actual} = \frac{450 \text{ sacos /día}}{6 \text{ operarios/día}} = 75 \text{ sacos /operario}$$

La productividad de mano de obra en el área de molienda de cal molida, dicho resultado es 75 sacos por operario.

$$\text{Productividad óptima} = \frac{488 \text{ sacos/día}}{6 \text{ operarios/día}} = 81 \text{ sacos/ operario}$$

Para que dicha producción sea óptima, sin ningún residuo es de 81 sacos/operario.

$$\text{Productividad propuesta} = \frac{713 \text{ sacos/día}}{6 \text{ operarios /día}} = 118 \text{ sacos/ operario}$$

Se mejorará la productividad de mano de obra en el área de molienda de cal molida a 118 sacos/operario

- **Cal granulada**

$$\text{Prod. MO actual} = \frac{30 \text{ big bag /día}}{6 \text{ operarios/día}} = 5 \text{ big bag/operario}$$

La productividad de mano de obra en el área de molino y/o almacén de producto en proceso (cal granada) de cal granulada, dicho resultado es 5 big bag por operario.

$$\text{Productividad optima} = \frac{32.5 \text{ big bag/día}}{6 \text{ operarios/día}} = 5.4 \text{ big bag/operario}$$

Para que dicha producción sea óptima, debe ser 5.4 big bag/operario

$$\text{Productividad propuesta} = \frac{47.5 \text{ big bag/día}}{6 \text{ operarios/día}} = 7.9 \text{ big bag/operario}$$

La productividad de mano de obra en el área de molienda de cal granulada es 7.9 big bag/operario.

- **Molienda – Almacenado-Despacho:**

En el área de molienda-almacenado-despacho, se realiza las actividades: la molienda de cal, el almacenado del producto final en sacos y/o big bag en el lugar correspondiente y el despacho, para lo cual trabajan 5 personas.

$$\text{Prod. MO actual} = \frac{450 \text{ sacos /día}}{5 \text{ operarios/día}} = 90 \text{ sacos /operario}$$

La productividad de mano de obra actual en el área de molienda-almacenado-despacho de producto final de cal molida, dicho resultado es de 90 sacos/operario.

$$\text{Productividad óptima} = \frac{488 \text{ sacos/día}}{5 \text{ operarios/día}} = 97.6 \text{ sacos/ operario}$$

Para que dicha producción sea óptima, sin ningún residuo es de 97.6 sacos/operario.

$$\text{Productividad propuesta} = \frac{713 \text{ sacos/día}}{5 \text{ operarios /día}} = 142 \text{ sacos/ operario}$$

Se mejorará la productividad de mano de obra en el área de molienda-almacenado-despacho de cal molida a 142 sacos/operario

- **Cal granulada**

$$\text{Prod. MO actual} = \frac{30 \text{ big bag /día}}{5 \text{ operarios/día}} = 6 \text{ big bag/operario}$$

La productividad de mano de obra en el área de molienda-almacenado-despacho de cal granulada, dicho resultado es 6 big bag/operario.

$$\text{Productividad optima} = \frac{32.5 \text{ big bag/día}}{5 \text{ operarios/día}} = 6.5 \text{ big bag/operario}$$

Para que dicha producción sea óptima, debe ser 6.5 big bag/operario.

$$\text{Productividad propuesta} = \frac{47.5 \text{ big bag/día}}{5 \text{ operarios/día}} = 9.5 \text{ big bag/operario}$$

La productividad de mano de obra en el área de molienda-almacenado-despacho de cal granulada a 9.5 big bag/operario.

3.5.4. Diseño de mejora de la dimensión eficiencia física

Como se muestra en la tabla 34, el resultado de la dimensión de eficiencia física es 0.51, el resultado es bajo, ya que, el aprovechamiento útil es 51 % de lo que ingresa de materia prima al proceso, teniendo como pérdida un 49%, por lo que se le propone a la empresa un diseño de implementación de una planta chancadora, que se detallará a continuación: Con la implementación de una planta chancadora la eficiencia física aumentará, ya que solo se generará un 5% de residuos de materia prima al día.

La producción óptima al día con respecto a producto terminado, este sería 32.5 tn, lo que se obtendría de producto final y lo de materia prima sería 60 tn, por lo que se identificará cual es la eficiencia física óptima de la producción, con la siguiente fórmula:

Ecuación 7: Eficiencia física

$$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{Salida útil de MP}}{\text{Entradas de MP}}$$

Aplicación de la fórmula:

$$\text{Eficiencia física óptima} = \frac{32.5 \text{ tn/día}}{60 \text{ tn/día}} = 0.54$$

La eficiencia física óptima del proceso es de 54%, dicho resultado es sin tener ningún residuo durante el proceso de producción de óxido de calcio.

A continuación, se identificará cuan eficiente será la implementación de una planta chancadora en el proceso de producción, asimismo, se asume que se reducirá el tiempo

de producción de 8 horas a 2 horas de producción al día, el cual se obtendrá 50 tn por hora y durante las 8h de jornada laboral, la producción de materia prima será de 400 tn al día, asimismo, se asume el 5% de margen de error, teniendo como resultado de 380 tn al día, obteniendo una producción de 210 tn de producto final.

Aplicación de la fórmula:

$$\textit{Eficiencia física} = \frac{210 \text{ tn/día}}{380 \text{ tn/día}} = 0.55$$

Se observa que la eficiencia física aumentará con la implementación de la planta chancadora a un 55%, además se logrará incrementar la producción de materia prima hasta de 380tn al día, se reducirá la jornada laboral y se minimizará las mermas generadas.

3.5.5. Diseño de mejora de la dimensión eficiencia económica

Como se muestra en la tabla 34, el resultado de la dimensión de eficiencia económica es de 2.40 soles de cal molida y 2.20 soles de cal granulada, este resultado es rentable, ya que, pero dichos resultados aumentarían con el diseño de implementación de una planta chancadora.

Para determinar la rentabilidad de dicha implementación propuesta se utilizará la siguiente fórmula:

Ecuación 8: Eficiencia económica

$$\textit{Eficiencia Económica} = \frac{\textit{Ventas}}{\textit{Costos}}$$

Con la implementación de dicha chancadora se tendrá una producción de 50 a 90 tn en 2 horas, por lo que se detallaran en la siguiente tabla:

Tabla 43: Precio de venta de cal molida (propuesta)

<i>Producto</i>	<i>Cantidad (tn/h)</i>	<i>Precio Unit.</i>	<i>Precio Total</i>
Cal molida	95	S/ 415.00	S/.39,425.00

Elaboración por los autores.

Tabla 44: Precio de venta de cal granulada (propuesta)

<i>Producto</i>	<i>Cantidad (tn/h)</i>	<i>Precio Unit.</i>	<i>Precio Total</i>
Cal granulada	95	S/ 390.00	S/ 37,050

Elaboración por los autores.

Tabla 45: Costo de producción del Producto Final (propuesta)

<i>Recurso</i>	<i>N°</i>	<i>Precio Unit.</i>	<i>Precio Total</i>
Operarios	19	S/ 40.00	S/ 760.00
Materia Prima (Piedra) tn	150	S/ 50.50	S/ 2525.00
Insumo (carbón)	15	S/ 210.00	S/ 3,150.00
			S/ 6,435.00

Elaboración por los autores.

Aplicación de la fórmula para la implementación de la planta chancadora para una producción de 95tn en 2 horas de trabajo:

• **Cal molida:**

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{39,425 \text{ soles/día}}{6,435 \text{ soles/día}} = 6.126 \cong 6.10 \text{ soles}$$

Este resultado indica que por cada sol de inversión se obtiene un beneficio de 5.10 soles en una producción de 95 tn en 2 horas de trabajo.

• **Cal granulada:**

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{37,050 \text{ soles/día}}{6,435 \text{ soles/día}} = 5.75 \cong 5.70 \text{ soles}$$

Este resultado indica que por cada sol de inversión se obtiene un beneficio de 4.70 soles en una producción de 95 tn en 2 horas de trabajo.

3.6. Diseño de mejora de la variable independiente – Producción más limpia:

3.6.1. Diseño de mejora de la dimensión de residuos de materia prima

Como se muestra en la tabla 34, el resultado de la dimensión de residuos de materia prima es 1.2 tn al día, el resultado es bajo, pero al considerar los 27 días laborales se obtiene 32.4 tn al mes de merma de materia prima (piedra caliza), generada en los diferentes procesos de la producción de óxido de calcio (fragmentación de piedra), se le propone a la empresa un diseño de implementación de una planta chancadora (figura 20 y 21), que contribuirá con la reducción de mermas generadas en los distintos procesos mencionados anteriormente, este equipo tendrá un margen de error del 5%, por lo que se logrará reducir en un 95% dicha merma, como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 46: Resultados de residuos de materia prima-propuesta

Merma (tn/día)	Porcentaje %
1.2	100
0.06	5

Elaboración por los autores.

Con dicha implementación se obtendrá como resultado 0.06 tn al día de merma de materia prima, considerando los días laborales se obtiene 1.62 tn al mes, logrando reducir en un 95% la merma generada con respecto a materia prima.

3.6.2. Diseño de mejora de la dimensión de residuos del insumo

Como se muestra en la tabla 34, el resultado de la dimensión de residuos de insumo es de 0.3 tn al día, el resultado es bajo, pero durante el mes (27 días laborales), se obtiene un total de 8.1 tn al mes de merma de dicho insumo (carbón antracita), que se genera en los procesos de la producción (recepción y fragmentación de carbón y), por lo que se le propone a la empresa un diseño de implementación de una planta chancadora y formatos de control en la recepción y calidad del insumo.

A continuación, se detallarán las propuestas:

Se propone la compra de una planta chancadora (figura 20 y 21), que efectuará el proceso de fragmentación del insumo (carbón antracita), este equipo cumple diversas funciones para el chancado y/o fragmentación de varios tipos de materiales entre ellos el carbón, para este proceso surgirían algunos cambios de piezas básicas, para adaptarlo a los parámetros adecuados del insumo.

A dicha implementación, se le ha considerado un margen de error del 5%, obteniendo una reducción del 95 % de merma generará en los distintos procesos mencionados anteriormente, como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 47: Resultados de residuos de insumo-propuesta


Merma (tn/día)	Porcentaje %
0.3	100
0.015	5

Elaboración por los autores.

Con dicha implementación se obtendrá como resultado 0.015 tn al día de merma de insumo, considerando los 27 días laborales se obtiene 0.405 tn al mes, por lo que se logrará reducir la merma de dicho insumo e incrementar la productividad de la empresa. Asimismo, se le propone un diseño de implementación de formatos para el control en la recepción y en la calidad del insumo, que se muestra a continuación:

- Formato de control de recepción del insumo:

Tabla 48: Formato de control de recepción del insumo


		FORMATO DE CONTROL DE RECEPCIÓN DEL CARBÓN				VERSION 01			
						FECHA			
						HOJA 1 DE 1			
Contrato: _____ Cliente: _____ N° de Reporte: _____ <input type="checkbox"/> Suministro MAG ING. <input checked="" type="checkbox"/> Suministro cliente _____ Especialidad: _____ Proveedor: _____ Número de remisión: _____ Documentos / Observaciones: _____ _____									
ITEM	Descripción mínima	Unidad	Cantidad	Identificación del material	N° de Certificado de Calidad	CERTIFICADO DE CALIDAD		PRODUCTO CONFORME	
						SI	NO	SI	NO
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
Aprobación									
	Nombre	Cargo	Firma	Fecha					
RECIBÍ									
ELABORÓ									
APROBÓ									

Elaboración por los autores.

Con la implementación de este formato de control en la recepción del insumo (carbón antracita), se logrará tener una mejor trazabilidad con cada proveedor, estableciendo pautas de entrega, descripción del producto entregado, cantidad, certificado de calidad y corroborando que dicho producto este conforme, asimismo, deberá ser llenado los días que se realiza la recepción de dicho insumo.

- Formato de control del insumo:


Tabla 49: Formato de control del insumo

		FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD DE CARBÓN				
REGISTRO						
NOMBRE DE OPERARIO	FECHA RECEPCIÓN	Nº de LÍNEAS / PRODUCTOS/ Tn	RESP. INSPECCIÓN	RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN		
			(FIRMA)	OK	NO OK	CÓDIGO DE PAUTA APLICADA - EXPLICAR SI NO OK Y PONER CÓD. NC


Elaboración por los autores.

Con la implementación del formato de control de calidad de carbón antracita, deberá ser llenado al mismo tiempo que el formato (tabla 49) e identificar que el insumo recibido cumpla con las especificaciones solicitadas en la orden de compra enviada al proveedor, como se muestra en la siguiente figura 23.

Figura 23: Especificación del carbón



CARACTERÍSTICAS DE CARBÓN (ANTRACITA)



Color	:	Negro.
Brillo	:	Metálico.
Tamaño de bloques	:	Granado Uniforme
Presencia de Carbón Cizco	:	Mínima

Fuente: Empresa Nube Blanca EIRL

3.6.3. Diseño de mejora de la dimensión de residuos de producto en proceso

Como se muestra en la tabla 34, el resultado de la dimensión de residuos de producto en proceso es de 1 tn al día, el resultado es bajo, considerando los 27 días laborales se obtiene 27 tn al mes de merma, que se genera en el proceso de descarga del horno, por ello se le propone a la empresa un diseño de implementación de una planta chancadora, formatos de control de tiempos en el proceso de producción y una buena supervisión para evitar el ingreso de materia prima e insumos de parámetros no adecuados.

A continuación, se detallará la propuesta:

Se propone la implementación de una planta chancadora (figura 20 y 21), el cual mejorará el proceso de calcinación del producto, ya que, con este equipo se obtendrá la materia prima e insumo en los parámetros adecuados, lo cual logrará que la calcinación sea de manera uniforme, por lo tanto, se reducirá la merma de cal cruda, logrando minimizar la merma en un 95%, ya que, con el equipo se tendrá un margen de error del 5%, como se muestra a continuación:

Tabla 50: Resultados de residuos de producto en proceso-propuesta

Merma (tn/día)	Porcentaje %
1	100
0.05	5

Elaboración por los autores.

Asimismo, se propone el diseño de implementación de un formato de control de tiempos en el proceso de calcinación, ya que, mediante este se obtendrá los tiempos con mayor presión, se logrará controlar mejor el proceso de calcinación, ya que se evidencia mermas de producto en proceso en el área de llenado de hornos y calcinación, este formato ayudará a mejorar la situación actual donde se evidencia mermas de cal semi calcinada y/o cal repasada (tabla 25), a continuación, se muestra el formato de control de tiempos:

- Formato de control de tiempos:

Tabla 51: Formato de control de tiempos



FORMATO DE CONTROL DE TIEMPOS PARA LA PRODUCCIÓN				
EMPRESA:	_____	FECHA:	_____	
TURNO:	_____	PRODUCTO:	_____	
OPERARIOS	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4

Elaboración por los autores.

Este formato debe ser usado durante 1 mes, los días de producción, para establecer los parámetros de tiempos en la calcinación, para tener un mejor control y/o supervisión, para evitar que el producto no cumpla con las especificaciones indicadas por los clientes.

Además, se le propone la implementación de un supervisor de operaciones y/o designación de un trabajador, para que supervise y/o revise el ingreso de materia e insumo, para que cumpla con las condiciones adecuadas y parámetros establecidos para una buena calcinación, para evitar que el producto salga semi calcinado y/o quemado.

3.6.4. Diseño de mejora de la dimensión de costos específicos de los residuos

Como se muestra en la tabla 34, el resultado de la dimensión de costos específicos de los residuos es de 503.60 soles al día, el resultado es bajo, al considerar los 27 días laborales se obtiene 13,597.2 soles al mes que se pierde con la generación de mermas, por ello se le propone a la empresa un diseño de implementación de una planta chancadora, que se detallará a continuación:

Se le propone la compra de una planta chancadora (figura 20 y 21) de la marca FTM, el cual ayudará a reducir la merma y por ende los costos generados, se mencionó anteriormente, ya que, el equipo tendrá un margen de error del 5% como se visualiza en la tabla 37, la merma se reducirá a un 95% al igual que los costos, como se especifica a continuación:

Tabla 52: Total de merma – Propuesta

$Total\ de\ residuos = R.\ Materia\ Prima + R.\ Insumos + R.\ Prod.\ en\ proceso$
$Total\ de\ residuos = 0.05 + 0.015 + 0.06 = 0.125\text{tn/día}$

Elaboración por los autores.

Tabla 53: Costo específico de los residuos

	Merma (tn/día)	Costos (tn/día)
Actual	2.5	503.60
Propuesta	0.125	25.18

Elaboración por los autores.


Con dicha implementación se reducirá el costo específico de los residuos y/o mermas a 25.10 soles al día, el cual ayudará a la empresa aumentar su rentabilidad, ya que, se lograría reducir al día 478.50 soles.

3.6.5. Diseño de mejora de la dimensión de Calidad del aire

El resultado de la dimensión de calidad de aire, corresponde al monitoreo ambiental del año 2019 de la concentración de partículas de suspensión PM₁₀, el cual es 21.60 µg/m³, dicho resultado se encuentra por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental. Por lo que se planteara algunas estrategias y/o referencias tomadas de la tesis del autor (ANAICEL GÓNGORA GONZÁLEZ, 2018), las cuales son detalladas a continuación:

- En el área de molienda-almacenado-despacho, la empresa deberá implementar un sistema de aislamiento sobre la zona de trabajo, que impida la salida del material particulado PM₁₀ por acción de los vientos, por lo que se podría usar lona de plástico para cubrir el área y evitar la expansión del polvo al ambiente, además, de colocar filtros en las mangas de los molinos, para disminuir el escape de polvo a la atmosfera.
- Implementar un sistema de riego, para mantener la vía humedad de las áreas de trabajo que por sus características o ubicación permitan y/o causen el levantamiento de polvo, para realizar este riego se deberá considerar el siguiente formato (tabla 54):

Tabla 54: Formato de un sistema de riego

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN NB		Código	
	SISTEMA DE RIEGO PARA MITIGAR LA EMISIÓN DE POLVO		Versión:	
			Fecha:	
	Elaborado:	Revisado:	Aprobado:	
Características de la zona de trabajo				
Áreas a regar		Requerimiento y disponibilidad de agua		
Equipos necesarios				
Observaciones				

Fuente: Elaboración por los autores.

- La empresa debería proyectarse a pavimentar las vías de acceso a la empresa y/o planta de producción, para evitar el levamiento de polvo, asimismo, debería de sembrar árboles, que ayuden a crear barreras que no permitan que el viento arrastre las partículas de polvo hacia la comunidad.
- Controlar la velocidad máxima de vehículos hasta 20 km/h al ingreso y/o adentro de la planta de producción, así mismo, colocar letreros en lugares estratégicos, para que los conductores lo tengan en cuenta.

Figura 24: Señalética 20km/h



Fuente: (Ministerio de transporte y comunicacion , 2017)

Con dichas propuestas de mejora que se plantearon en la dimensión de calidad del aire, se logrará reducir un 5% con respecto al resultado obtenido en el monitoreo 2019 correspondiente al material particulado PM₁₀, se obtendría como resultado 20.52 µg/m³.

3.6.6. Diseño de mejora de la dimensión de Ruido Ambiental

El resultado de la dimensión de ruido ambiental, corresponde al monitoreo realizado en el año 2019 el cual es 66.15 dBA, este resultado no supera el límite máximo permisible del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Ruido (ECA). Por lo que se tomara algunas referencias y/o estrategias de la tesis del autor (Chacon, 2018), que se detallaran, a continuación :

- Establecer un programa de mantenimiento preventivo de equipos con carácter periódico (mensual) o cuando lo requiera, para evitar el deterioro de los equipos y/o impedir que este genere sonidos.

- Ubicar los equipos ruidosos en estancias independientes, para evitar que el ruido se concentre en una sola área y/o lugar.
- Limitar tiempos de exposición.
- Limitar el número de trabajadores expuestos.
- Capacitación en Hipoacusia, inducida por el ruido.
- Utilizar equipos de protección personal, que indica la ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el trabajo.

Tabla 55: Descripción de los EPP



SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN NB		Código
DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL (EPP)		Versión:
		Fecha:
Elaborado:	Revisado:	Aprobado:

TIPOS DE PROTECCIÓN	Recomendaciones en el uso y mantenimiento de EPP
<p>a) Protección para la cabeza</p> <p>Debe suministrarse protección para la cabeza a aquellos trabajadores que están expuestos a sufrir accidentes en esta parte del cuerpo. Posibilidad de objetos que caigan, materiales o equipos en altura (sobre la cabeza del trabajador). Posibilidad de caer de altura, además de poder usarse donde exista el riesgo de algún golpe de cabeza.</p> <p>EPP:</p> <p>- Casco , que cumpla con la normativa de seguridad.</p>	<p>a) Casco de seguridad</p> <p>- Se debe limpiar y verificar mensualmente.</p> <p>- Ajustar el casco de manera que quede fijo a la cabeza y dentro d un nivel de comodidad adecuado.</p> <p>-Los cascos deben ser reemplazados inmediatamente cuando presenten daños que no garanticen una protección adecuada.</p>
<p>b) Protección para los Pies</p> <p>Se usará este dispositivo de seguridad cuando exista la posibilidad de caída de objetos pesados, donde existan objetos rodantes, punzo cortantes o derrame de líquidos o productos químicos.</p> <p>EPP:</p> <p>- Zapatos o botines de seguridad , que cumpla con la normativa de seguridad.</p>	<p>N/A</p>

<p>c) Protección para los ojos y cara</p> <p>Se usará este dispositivo de seguridad cuando exista peligro de proyección de partículas, exposición a partículas, metal fundido, salpicadura de productos químicos en estado líquido, gaseoso, radiación no ionizante.</p> <p>EPP:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lentes de seguridad - Careta facial 	<p>b) Lentes de Seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> -Las lunas de los lentes no deberán tener ralladuras. -Los lentes de seguridad, deberán almacenarse cuidadosamente puesto que son muy frágiles y pueden quebrarse. -Evitar pasar sobre las lunas sucias elementos secos para su limpieza porque se rayan.
<p>d) Protección para las manos</p> <p>Se usará este dispositivo de seguridad cuando exista peligro de materiales que puedan ocasionar cortes o laceraciones. Vibraciones, temperaturas extremas, contacto de productos químicos o agentes biológicos.</p> <p>EPP:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guante de seguridad 	<p>e) Guantes de seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se debe inspeccionar los guantes antes de cada trabajo para asegurarse de que los mismos no hayan sufrido un daño significativo en la superficie. -Los guantes serán reemplazados inmediatamente cuando presenten daños que no garanticen una protección adecuada.
<p>f) Protección respiratoria</p> <p>Se usará este dispositivo de para la protección de las vías respiratorias ante la presencia de polvo, humo, nieblas, gases, vapores, agentes biológicos, etc.</p> <p>EPP:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Respiradores descartables - Respiradores de media cara con filtros - Respiradores con sistema autónomo 	<p>g) Respiradores</p> <ul style="list-style-type: none"> -Los filtros deben ser específicamente seleccionado por tipo de contaminante presente en el lugar de trabajo. -Se deberá logar un sello efectivo ente la pieza facial y la cara para prevenir la entrada de contaminantes.
<p>h) Protección para los oídos</p> <p>Se usará este dispositivo de seguridad cuando los niveles de ruido superen los límites permisibles (ruidos mayores a 80 decibeles).</p> <p>EPP:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tapones para los oídos - Ojeras copa ancha 	<p>i) Protectores de oído</p> <ul style="list-style-type: none"> -Los protectores de oído deberán manipularse con las manos limpias. -Lavar los tapones reusables después de cada uso.
<p>j) Protección solar</p> <p>Promueve el cuidado y la prevención de enfermedades a la piel ocasionadas por exposición a la radiación solar y asegurarse de que los servidores usen ropa que cubra la mayor parte del cuerpo y equipos de protección personal contra radiación UVA/UVB.</p> <p>EPP:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protectores solares de mínimo 50FPS 	<p style="text-align: center;">N/A</p>

Fuente: (Cultura, 2019)

- La empresa debe adquirir equipos de trabajo, que generen bajos niveles de ruido, teniendo en cuenta la revisión de sus características y/o especificaciones.
- Colocar de señaléticas en las de áreas de trabajo, donde sea visible para los trabajadores; por ejemplo, indicar que se apague el motor del vehiculó, no tocar el claxon, entre otros; de esta manera se prohibirá cualquier tipo fuente innecesaria de ruido.

Figura 25: Señalética- No tocar Bocina



Fuente: (Seguridad, 2014)

Figura 26: Señalética - Apague el motor del Vehículo



Fuente: (Seguridad, 2014)

Con dichas propuestas de mejora planteadas en la dimensión de ruido ambiental, se reducirá un 8% del resultado obtenido en el monitoreo ambiental del año 2019, consiguiendo como resultado 60.86 dBA.

3.6.7. Diseño de mejora de la dimensión de Vertidos Accidentales

En la tabla 34, el resultado de la dimensión de vertidos accidentales, ocurrió 2 veces en el año 2019, se analizó que el derramamiento de aceite se generó por la falta de algunos implementos necesarios, que deberían ser utilizados en el mantenimiento preventivo de la maquinaria y/o equipos, por lo que se planteará algunas propuestas, que se detallan a continuación:

- La implementación de **bandejas industriales**, se utilizará para el mantenimiento de los equipos y/o maquinaria, este funcionará como un recipiente para evitar que el aceite, grasa y lubricantes se derrame en la superficie, logrando prevenir que se genere contaminación al suelo.

Figura 27: Bandeja Industrial



Fuente: CB METAL S.R.L

Figura 28: Trapos Industriales



Fuente: PRODEXMIN CORPORATION SAC

- La implementación de un **kit de anti-derrames**, el cual está preparado para la absorción de vertidos líquidos, actúan por inactivación y/o absorción, puede ser utilizado en caso de emergencia de un vertido accidental, logrando minimizar al máximo los riesgos inherentes de dicha actividad, se debe actuar rápidamente conteniendo el derrame y limpiando la zona de forma eficaz.

Figura 29: Kit Anti-derrames




Fuente: MEX FRANCE SAC

- Plan de prevención y/o emergencia de vertidos accidentales (Anexo 2), se planteó dentro de las actividades dentro de las instalaciones operaciones, para que los trabajadores estén preparados ante un derrame de producto químicos como: el aceite, grasas y

lubricantes, el cual deberán delimitar el área con los trapos industriales, para detener el fluido y evitar el contacto con el suelo.

- Programa de Capacitaciones, para el personal que supervisa los mantenimientos preventivos que se realiza a la maquinaria y/o equipos, para que actúe de manera correcta ante un vertido accidental, por lo que se establece las siguientes capacitaciones:

Tabla 56: Capacitación del Plan de Vertidos Accidentales

 TEMAS	<u>CAPACITACIONES Y/O TALLERES</u> Resultado
Difusión del plan de prevención y/o emergencia de vertidos accidentales.	Se lograría que el trabajador conozca el plan de prevención y actúe ante una situación de derrame de vertidos en la empresa.
Capacitación y uso de los implementos a utilizar en un derrame de un vertidos accidentales.	Se lograría el buen de manejo de los implementos del kit-anti derrames.

Elaboración por los autores.

Con dichas propuestas de mejora planteadas, se conseguirá prevenir y/o evitar que se generen vertidos accidentales, que causen un impacto negativo al suelo, reduciendo dicho accidente en un 90%, el cual sería de gran impacto positivo para la empresa, que se reducirá a 0 vertidos accidentales.

Tabla 57: Resultados de los indicadores después de la propuesta

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	R. ACTUAL	R. PROPUESTO	VARIACIÓN	ANALISIS DE LA VARIACIÓN
Variable Dependiente: Productividad	Productividad de materia prima	sacos/tn	7 sacos/tn	8 sacos/tn	1 sacos/tn	Se aumentaría 1 sacos/tn en materia prima, con respecto a cal molida.
		big bag/tn	0.5 big bag/tn	0.52 big bag/tn	0.2 big bag/tn	Se aumentaría 0.2 big bag/tn en materia prima con respecto a cal granulada.
	Productividad por máquinas	sacos/hr-máq.	56 sacos/hr-máq.	89 sacos/hr-máq.	33 sacos/hr-máq.	Se aumentaría 33 sacos/tn con respecto a las máquinas con respecto a cal molida.
		big bag/hr-máq.	3.7 big bag/hr-máq.	5.9 big bag/hr-máq.	2.2 big bag/hr-máq.	Se aumentaría 2.2 big bag/tn con respecto a las máquinas con respecto a cal granulada.
	Productividad por mano de obra	saco/operario				(*) Detalle en la página 124
		big bag/operario				(*) Detalle en la página 124
	Eficiencia Física	Porcentaje	51%	55%	4%	Se aumentaría en 4% la eficiencia física en la empresa.
	Eficiencia Económica	Soles/Beneficio	2.40 Soles/Beneficio	6.10 Soles/Beneficio	3.7 Soles/Beneficio	Se aumentaría 3.7 soles con respecto a cal molida.
			2.20 Soles/Beneficio	5.70 Soles/Beneficio	3.5 Soles/Beneficio	Se aumentaría 3.5 soles con respecto a cal granulada.
	Variable Independiente: Producción más limpia	Residuos de MP	tn/día	1.2 tn/día	0.06 tn/día	1.14 tn/día	Se lograría reducir 1.14 tn/día de residuos de materia prima.
Residuos del insumo		tn/día	0.3 tn/día	0.015 tn/día	0.285 tn/día	Se lograría reducir 0.285 tn/día de residuos de insumo.
Residuos de producto en proceso		tn/día	1. tn/día	0.05 tn/día	0.95 tn/día	Se lograría reducir 0.95 tn/día de residuos de producto en proceso.
Costos específicos de los residuos		soles/día	503.60 soles/día	25.10 soles/día	478.50 soles/día	Se lograría reducir 478.50 soles/día
Calidad del aire		µg/m3	21.60 µg/m3	20.52 µg/m3	1.08 µg/m4	Se lograría minimizar en 1.08 µg/m5
Ruido Ambiental		dBA	66.15 dBA	60.86 dBA	5.29 dBA	Se lograría minimizar en 5.29 dBA
Vertidos accidentales		acc/año	2 acc/año	0 acc/año	0 acc/año	Se lograría minimizar a 0 acc/año

Fuente: Elaboración por los autores.

(*) Resultado Actual - Productividad por mano de obra:

En esta dimensión se obtiene varios resultados por cada área del proceso de producción de óxido de calcio en sus diferentes presentaciones de cal molida y cal granulada, se detallarán a continuación.

- **Chancado de piedra y carbón:** En el área de chancado de roca y carbón el resultado es de cal molida 45 sacos/operario y de cal granulada es de 3 big bag/ operario.
- **Llenado de hornos y calcinación:** En el área de llenado de hornos y calcinación el resultado de cal molida es de 56 sacos/operario y de cal granulada es de 3.7 big bag/ operario.
- **Descarga de hornos y traslado de cal:** En el área de descarga y transporte de cal el resultado de cal molida es de 75 sacos/ operario y de cal granulada es de 5 big bag/ operario.
- **Molienda – Almacenado-Despacho:** En el área de molienda-almacenado-despacho el resultado de cal molida es de 90 sacos/operario y de cal granulada es de 6 big bag/operario.

(*) Resultado Propuesto- Productividad de mano de obra:

Se obtiene resultados por cada área del proceso de producción donde interfiere la mano de obra en sus dos productos, se menciona a continuación:

- **Chancado de piedra y carbón:** En el área de chancado de piedra y carbón el resultado es de cal molida 238 sacos/operario y de cal granulada es de 15.8 big bag/ operario.

- **Llenado de hornos y calcinación:** En el área de llenado de hornos y calcinación el resultado de cal molida es de 237 sacos/operario y de cal granulada es de 15.8 big bag/ operario.
- **Descarga de hornos y traslado de cal:** En el área de descarga y transporte de cal el resultado de cal molida es de 118 sacos/ operario y de cal granulada es de 7.9 big bag/ operario.
- **Molienda – Almacenado-Despacho:** En el área de molienda-almacenado-despacho el resultado es de cal molida es de 142 sacos/operario y de cal granulada es de 9.5 big bag/operario.

(*) **Variación - Productividad de mano de obra:**

La variación que se obtiene entre el resultado actual y el resultado propuesto en las diferentes áreas de la producción, con lo respecto a mano de obra:

Chancado de piedra y carbón: La variación en el área de chancado de piedra y carbón en el producto de cal molida es 193 sacos/operario y de cal granulada es de 12.8 big bag/ operario.

Llenado de hornos y calcinación: La variación en el área de llenado de hornos y calcinación de cal molida es de 181 sacos/operario y de cal granulada es de 12.1 big bag/ operario.

Descarga de hornos y traslado de cal: La variación en el área de descarga de horno y transporte de cal con respecto a la presentación de cal molida es de 43 sacos/ operario y de cal granulada es de 2.9 big bag/ operario.

Molienda- Almacenado - Despacho: La variación en el área de molienda, almacenado- despacho con respecto a la cal molida es de 52 sacos/operario y de cal granulada es de 3.5 big bag/operario.

3.7. Análisis económico/financiero:

3.7.1. Inversión inicial

Se analizó el costo de la propuesta de mejora en la empresa Nube Blanca EIRL, se detalla a continuación:

Inversión de activos tangibles: Se identificó la cantidad, el costo unitario y el total de la inversión. También se muestra todo lo utilizado para la propuesta de mejora, que se muestran en las siguientes tablas:

- **Costo en la implementación:** Se identificó la maquinaria a implementar que se muestra en la tabla 58.

Tabla 58: Costo por implementación (Maquinaria)

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total S/.
Planta Chancadora	1	591,700	591,700
Total			S/ 591,700.00

Elaboración por los autores.

Otros gastos: Se identificó la cantidad, el costo unitario y el total anual para todos los costos por que incurrirán en la propuesta de mejora, que se muestran en las siguientes tablas:

- **Costo en la instalación de la propuesta de mejora:** Se identificó que se necesitará para la instalación y/o funcionamiento de la planta chancadora, se muestra en tabla 59.

Tabla 59: Costo por incurrir en la instalación de la propuesta mejora

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total Anual
Instalación de la Planta chancadora	1	12,000	12,000
Colocación de mallas	1	900	900
Instalación de conexión eléctrica	1	4000	4000
Total			S/ 16,900.00

Elaboración por los autores.

- **Costo en el mantenimiento preventivo de la propuesta de mejora:** Se identificó que la planta chancadora tendrá un mantenimiento al mes para evitar alguna falla y/o parada inesperada durante su funcionamiento, se muestra en la tabla 60:

Tabla 60: Costo por incurrir en el mantenimiento preventivo

Descripción	Cantidad (mes)	Costo S/.	Total S/. Anual
Mantenimiento de la Planta chancadora	1	1800	21600
Bandejas Industriales	1	19.9	238.8
Trapos Industriales	1	5.9	70.8
Kit anti-derrames	1	59.9	718.8
Total			S/. 22,628.40

Elaboración por los autores.

- **Costo por incurrir en energía eléctrica de la propuesta de mejora:** Se identificó que la planta chancadora funciona con energía eléctrica y/o combustible, se optó por la energía eléctrica, ya que, la empresa cuenta con la instalación trifásica, que se muestra en la tabla 61:

Tabla 61: Costo por incurrir en energía eléctrica de la propuesta de mejora

Descripción	Cantidad (Mes)	Costo S/.	Total S/. Anual
Consumo de energía eléctrica	1	1200	14,400
Total			S/. 14,400.00

Elaboración por los autores.

- **Costo por incurrir en contratación de personal en la propuesta de mejora:** Para el manejo óptimo de la planta chancadora y/o instalación se necesitará a un ingeniero mecánico por el cual se requerirá de su servicio anual para la supervisión al igual que los operadores, mientras que el mecánico electricista

se lo requerirá 3 meses para la instalación y/o implementación, que se muestra en tabla 62:

Tabla 62: Costo por incurrir en contratación del personal para la propuesta de mejora

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total S/. Anual
Ingeniero Mecánico	1	2000	24,000
Mecánico electricista	1	1500	4,500
Operador(es)	4	930	44,640
Total		S/.	73,140.00

Elaboración por los autores.

- **Costo por incurrir en las capacitaciones semestrales:** Se diseñó un cronograma de capacitaciones que debería dictarse para los operarios, se muestra en la tabla 63:

Tabla 63: Costos en capacitaciones - Semestrales

Temas	N° de capacitadores	Tiempo horas	Costo S/./hora	Total semestral S/.	Total anual S/.
Capacitación de difusión de manual	1	1	50	50	100
Capacitación de identificación de piezas y/o elementos del equipo	1	1	100	100	200
Capacitación y taller del uso y/o manejo del equipo	1	2	100	200	400
Capacitación de difusión de formatos pre-usos	1	1	50	50	100
	Total			S/. 400.00	S/. 800.00

Elaboración por los autores.

- **Costo en implementos para las capacitaciones:** Se identificó los implementos (separatas, videos y diapositivas), que se utilizarán en las capacitaciones, se muestra en la tabla 64:

Tabla 64: Costos por incurrir en los implementos de las capacitaciones

Implementos	Costo de material S/.	N° operarios	Total semestral S/.	Total anual S/.
Separatas y diapositivas	3	4	12	24
Separatas, videos y diapositivas	3	4	12	24
Separatas	3	4	12	24
Separatas y diapositivas	3	4	12	24
Total			S/. 48.00	S/. 96.00

Elaboración por los autores.

- **Costo por incurrir en el material de registro (mensual):** Se identificó los cuadernillos que se utilizaran en las propuestas mencionadas en cada dimensión como se muestra en la tabla 65:

Tabla 65: Costo en material de registro (mensual)

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total mensual S/.	Total anual S/.
Cuadernillos de pre-uso de molino	1	6	6	72
Cuadernillos de mantenimiento preventivo de molino	1	6	6	72
Cuadernillos de pre-uso de planta chancadora	1	6	6	72
Cuadernillos de pre-uso de molino	1	6	6	72
Cuadernillo de control de recepción del insumo	1	6	6	72
Cuadernillo de control de calidad de insumo	1	6	6	72
Cuadernillo de control de tiempos para la producción	1	6	6	72
Total			S/. 42.0	S/. 504.00

Elaboración por los autores.

- **Costo por incurrir en el cuidado a la salud (anual):** Se identificó los EPP que debe utilizar los operarios que intervendrán en el manejo y/o operación de la planta chancadora, se muestra en la tabla 66:

Tabla 66: Costo en cuidado a la salud (Anual)

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total semestral S/.	Total anual S/.
Respiradores para polvo	4	25	100	200
Orejeras	4	20	80	160
Bloqueador	4	25	100	200
Guantes	4	15	60	120
Zapatos Seguridad	4	55	220	440
Lentes	4	10	40	80
Casco	4	15	60	120
	Total	S/. 165.00	S/. 660.00	S/. 1,320.00

Elaboración por los autores.

- **Costos proyectados para la implementación:** En la siguiente tabla se muestran todos los costos proyectados a cinco años de la implementación de la propuesta de mejora, se muestra en la tabla 67:

Tabla 67: Costos proyectados en la propuesta de mejora.

COSTOS POR INCURRIR EN EL PROCESO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Planta Chancadora	591,700.00	.....	.....	.....	.....	.....
Instalación de la Planta chancadora	12000	.....	.....	.....	.....	.....
Colocación de mallas	900	.....	.....	.....	.....	.....
Instalación de conexión eléctrica	4000	.....	.....	.....	.....	.....
Mantenimiento de la Planta chancadora	21,600.00	21,600.00	21,600.00	21,600.00	21,600.00	21,600.00
Bandejas Industriales	238.80	238.80	238.80	238.80	238.80	238.80
Trapos Industriales	70.80	70.80	70.80	70.80	70.80	70.80
Kit anti-derrames	718.80	718.80	718.80	718.80	718.80	718.80
Consumo de energía eléctrica	14,400.00	14,400.00	14,400.00	14,400.00	14,400.00	14,400.00
Ingeniero Mecánico	24,000.00	24,000.00	24,000.00	24,000.00	24,000.00	24,000.00
Mecánico electricista	4,500.00	4,500.00	4,500.00	4,500.00	4,500.00	4,500.00
Operador(es)	44,640.00	44,640.00	44,640.00	44,640.00	44,640.00	44,640.00
Capacitación de difusión de manual	100	100	100	100	100	100
Capacitación de identificación de piezas y/o elementos del equipo	200	200	200	200	200	200
Capacitación y taller del uso y/o manejo del equipo	400	400	400	400	400	400
Capacitación de difusión de formatos pre-usos	100	100	100	100	100	100
Separatas y diapositivas	24	24	24	24	24	24
Separatas, videos y diapositivas	24	24	24	24	24	24
Separatas	24	24	24	24	24	24
Separatas y diapositivas	24	24	24	24	24	24
Cuadernillos de pre-uso de molino	72	72	72	72	72	72
Cuadernillos de mantenimiento preventivo de molino	72	72	72	72	72	72
Cuadernillos de pre-uso de planta chancadora	72	72	72	72	72	72
Cuadernillos de pre-uso de molino	72	72	72	72	72	72
Cuadernillo de control de recepción del insumo	72	72	72	72	72	72
Cuadernillo de control de calidad de insumo	72	72	72	72	72	72
Cuadernillo de control de tiempos para la producción	72	72	72	72	72	72
Respiradores para polvo	200	200	200	200	200	200
Tapones de oído	160	160	160	160	160	160
Bloqueadores	200	200	200	200	200	200
Guantes	120	120	120	120	120	120
Zapatos	440	440	440	440	440	440
Lentes	80	80	80	80	80	80
Casco	120	120	120	120	120	120
TOTAL DE COSTOS	721,488.40	112,888.40	112,888.40	112,888.40	112,888.40	112,888.40

Elaboración por autores.

- **Costos por no incurrir en la propuesta de mejora:** Se identificó los costos que la empresa tiene por no implementar una planta chancadora, se muestra en la tabla 68:

Tabla 68: Costos por incurrir en la propuesta de mejora

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo S./	Costo S./ Mensual	Total anual
Residuos de materia prima	Tn	1.2	60.6	1963.44	23561.28
Residuos de insumo	Tn	0.3	63	510.3	6123.6
Residuos de producto en proceso	Tn	1	380	10260	123120
Operadores	Operario	20	40	21600	259200
EPP para los trabajadores	Operario	20	165	3300	39600
Ausentismo laboral	Operario	8	40	8640	103680
				Total	S/. 555,284.88

Elaboración por los autores.

- **Costos proyectados por no incurrir en la propuesta de mejora:** Se proyectó los costos a cinco años que la empresa tendrá por no incurrir en la propuesta de mejora, se muestra en la tabla 69:

Tabla 69: Costo proyectado por no incurrir en la propuesta

COSTO ADICIONALES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Residuos de materia prima	23561.28	23561.28	23561.28	23561.28	23561.28
Residuos de insumo	6123.6	6123.6	6123.6	6123.6	6123.6
Residuos de producto en proceso	123120	123120	123120	123120	123120
Operadores	259200	259200	259200	259200	259200
EPP para los trabajadores	39600	39600	39600	39600	39600
Ausentismo laboral	103680	103680	103680	103680	103680
COSTO ADICIONALES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TOTAL DE COSTOS	555284.88	555284.88	555284.88	555284.88	555284.88

Elaboración por los autores.

- **Flujo de caja neto:** El flujo de caja neto, nos permite mostrar detalladamente los flujos de ingresos y egresos de dinero de la empresa durante cinco años, mostrándose en la tabla 70:

Tabla 70: Flujo de caja neto

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FLUJO DE CAJA NETO	-721,488.40	442,396.48	442,396.48	442,396.48	442,396.48	442,396.48

Elaboración por los autores.

Evaluación Costo – Beneficio: VAN, TIR, IR: Se identificó la viabilidad de la propuesta de mejora, se muestra en la tabla 71:

Tabla 71: Indicadores económicos

VAN	S/. 1,720,768.03
TIR	54%
IR	S/. 2.39

Elaboración por los autores.

Se obtuvo como resultado VAN (valor actual neto) S/. 1,720,768.03, lo que permitió la viabilidad de la propuesta de mejora; TIR (tasa interna de regreso) de 54% lo que indica que el proyecto de implementación de la planta chancadora es aceptable, por último, el IR (índice de retorno) es 2.39, por lo que nos indica que por cada sol de inversión se retorna S/.1.39 de rentabilidad; en general el proyecto es viable.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Esta investigación tuvo como objetivo diseñar un sistema de producción más limpia en la empresa Nuble Blanca E.I.R.L, para incrementar su productividad; para lo cual, se le propuso la implementación de una planta chancadora con lo cual se obtendrá un incremento de productividad. A través de herramientas de ingeniería industrial y de producción más limpia, así como diagramas de procesos, diagrama de Ishikawa, diagrama de flujos, permitieron identificar los puntos críticos de la empresa.

Según el autor (Elisa Rodríguez y Yolanda García, 2018) implementar la producción más limpia en una empresa es una estrategia para incrementar la eficiencia total y reducir los riesgos para el ser humano. En cuanto a los resultados obtenidos en la empresa de derivados de leche y soya Escambray, logró aumentar su productividad en un 80%, al igual que (Sandra Mora, Stefany Velasco, Gustavo Flórez-Mojica , 2016) minimizaron los residuos y emisiones, aumentando su eficiencia en la producción, mejorando así la competitividad empresarial, por otro lado (Arroyave & Garcés , 2014) generaron ahorros económicos por el manejo adecuado de sus insumos, reduciendo las pérdidas de materia prima en la producción, además de reducir los riesgos y accidentes llegando a mejorar la imagen como empresa.

Asimismo, se logrará reducir el tiempo en los diferentes procesos para la elaboración de óxido de calcio (cal) en solo 2 horas de producción al día, con la implementación de la planta chancadora en comparación con los trabajadores haciendo el proceso de fragmentación que tardaban 8 horas al día y no eran tan productivos, en cambio (Telvia Arias & Oscar Reyes, 2014) en su propuesta de mejora del proceso de producción de cal normalizo los tiempos de producción disminuyendo a 8 horas de trabajo con la planta chancadora siendo así mucho más eficiente y productiva, por otro lado disminuyo la merma de materia prima; del mismo

modo nuestra propuesta se eliminará las mermas de materia prima de nuestro proceso de producción al proponer la implantación de una planta chancadora.

Al desarrollarse la propuesta de la eficiencia física de la materia prima es resultado actual era de 51% y con la implementación de la planta chancadora se aumentará a 55%, teniendo una producción de 50 a 90 tn de cal en 2 horas de producción, Según (Elisa Rodríguez y Yolanda García, 2018) la materia prima aumento este era de 75% y tras la propuesta de mejora se logró un 82%, por otro lado (Telvia Arias & Oscar Reyes, 2014) aumento su materia prima en un 89% aún 91%, (Telvia Arias & Oscar Reyes, 2014), aumentó la eficiencia física en un 90%. En el caso de la eficiencia económica del producto terminado en lo que respecta a cal molida y cal granulada se logrará aumentar S/. 3.7 y S/. 3.5 nuevos soles respectivamente. En el caso de (Elisa Rodríguez y Yolanda García, 2018) en su propuesta de mejora incrementó la productividad en la producción de aceite, en su eficiencia económica incrementó de S/. 2.18 a S/. 2.24. Asimismo, con respecto a la productividad de mano de obra en nuestra presente investigación se logrará aumentar en cada área de producción en el área de chancado de roca y carbón se logrará aumentar de cal molida 193 sacos/operario y de cal granulada 12.8 big bag/ operario, en el área de llenado de hornos y calcinación se aumentará a 181 sacos/operario de cal molida y 12.1 big bag de cal granulada, en el área de descarga de hornos y traslado de cal se incrementará 43 sacos /operario y de cal granulada 2.9 big bag/operario y por último en el área de molienda- almacenado- despacho se aumentará 52 sacos/operario y de cal granulada 3.5 big bag/operario . Según (Elisa Rodríguez y Yolanda García, 2018) la productividad de mano de obra se incrementó de 24 docenas de aceite/operario por día.

En cuanto a la productividad de materia prima aumentará de 7 sacos de cal molida/tn a 8 sacos de cal molida/tn al día, es decir incremento será 1 saco /tn al día de cal molida, con respecto a la cal granulada aumento de 0.50 big bag/día a 0.52 big bag/día de cal granulada

es decir incrementará en 0.2 big bag /día, siendo estos resultados calculados en 2 horas de producción; (Elisa Rodríguez y Yolanda García, 2018) en su propuesta de la productividad fue de 230 tn de aceite al día e incremento a 250 tn de aceite al día, por otro lado (Telvia Arias & Oscar Reyes, 2014) elevo su productividad de 300 tn a 410 tn en su producción de cal.

Según el autor (ANAICEL GÓNGORA GONZÁLEZ, 2018) en su plan de acción para mitigar las emisiones de polvo contaminante a la atmosfera donde logró detectar la calidad del aire en el área de estudio, por lo que implementó algunas acciones necesarias para mitigar el daño producido en la productora de hidrato de cal, reduciendo un 5%, por otro lado, al plantear la misma propuesta (ANAICEL GÓNGORA GONZÁLEZ, 2018) de mejora a donde minimizo de $66.60\mu\text{g}/\text{m}^3$ a $63.27\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la generación de las partículas de suspensión. Nuestros resultados obtenidos para mitigar la emisión de polvo contaminante a la atmosfera el cual se lograría reducir en un 5% en el material particulado PM_{10} , tomando como referencia las estrategias implementadas (ANAICEL GÓNGORA GONZÁLEZ, 2018), se obtendría un resultado de $21.60\mu\text{g}/\text{m}^3$ a $20.52\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Según el autor (Chacon, 2018), con sus propuestas de mejora con respecto al ruido generado en la empresa minera SERINGTELL E.I.R.L, como resultado actual tiene 89 dBA, después de la implementación obtuvo 81.8 dBA , reduciendo un 8%. Y nuestros resultados obtenidos con respecto al ruido ambiental se obtendría reducir en un 8%, tomando como referencia las estrategias (Chacon, 2018), consiguiendo como resultado de 66.15 dBA a 60.86 dBA.

En la realización de esta presente investigación, la principal restrictiva encontrada es que la empresa Nube Blanca E.I.R.L se encuentra ubicada en la provincia de Hualgayoc – Caserío Apán Alto a 2 horas de la ciudad de Cajamarca, por lo que se dificultaba ir a observar los procesos, pedir la información necesaria para la presente investigación. Aun así, se tuvo que

realizar la toma de tiempos por cada proceso, la identificación de cada proceso con las técnicas de recolección de información (encuestas, entrevista, observación directa), por ende, no siendo un limitante para el desarrollo del proyecto de investigación. Por lo que a partir de la presente investigación realizada en el área de producción de la empresa Nube Blanca E.I.R.L; para las futuras investigaciones les ayudará y brindará como guía para realizar un estudio de trabajo, empleando diagramas de procesos, diagrama de Ishikawa, diagrama de flujos, balance de masas y diagrama PEPSU. Finalmente brindará aportes en la toma de decisiones de la empresa respecto al diseño de implementación de una planta chancadora con la finalidad de incrementar la productividad.

Contrastando los argumentos de Arias y Elisa, en su estudio de "Producción más limpia", efectivamente implementando una maquinaria para mejorar el sistema de producción ya que ayuda a reducción de costes, mejora la productividad, menores gastos en personal de trabajo.

4.2 Conclusiones

Tras las propuestas de mejora en los procesos de la producción de óxido de calcio (cal viva) en la empresa Nube Blanca EIRL y en base a los objetivos planteados, se concluye:

- ✓ Se realizó el diagnóstico del proceso productivo y la productividad actual de la empresa Nube Blanca EIRL, se obtuvo como resultado un aumento del 4% en la eficiencia física, además, se lograría reducir S/. 478.50 soles/día en el costo de los residuos, generando así más ingresos para la empresa.
- ✓ Se diseñó un sistema de producción más limpia en la empresa Nube Blanca EIRL.
- ✓ Al evaluar la productividad después del diseño de un sistema de producción más limpia en la empresa Nube Blanca EIRL, se propone la implementación de una planta chancadora, con la finalidad de aumentar la producción de 30tn/día a 95tn/día, además, de aumentar la eficiencia económica de 3.70 soles en la cal molida y 3.50 soles en la cal granulada, lo que generaría que la empresa aumente su rentabilidad.
- ✓ Al estimar los indicadores de la propuesta del diseño de un sistema de producción más limpia en la empresa Nube Blanca EIRL, se lograría minimizar los residuos de materia prima de 1.2 tn/día a 0.06 tn/día, reducir los residuos de insumo de 0.3 tn/día a 0.015 tn/día y los residuos de producto en proceso de 1 tn/día a 0.05 tn/día, asimismo, se lograría minimizar la dimensión de calidad del aire (partículas en suspensión) de 21.60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 20.52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el ruido ambiental de 66.15 dBA a 60.86 dBA y los vertidos accidentales de 2 acc/año a 0 acc/año.

- ✓ Se evaluó el análisis económico, se obtuvo como resultado VAN S/. 1,720,768.03, lo que permitió la viabilidad de la propuesta de mejora, el TIR a 54%, el IR es 2.39, por lo que nos indica que por cada sol de inversión se retorna S/.1.39 de rentabilidad; en general el proyecto es viable.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfa. (2017). Recuperado el 13 de Mayo de 2019, de Alfa:
http://www.tecnologiaslimpias.cl/peru/peru_mlprodlimp.html?fbclid=IwAR37y5aKVaiu5aS2z0jAJ5bGdYQVwGI9UULcSVV1-I1Noufezw0jXD3gKpw
- ANAICEL GÓNGORA GONZÁLEZ, D. R. (2018). *ACCIONES PARA MITIGAR LAS EMISIONES DE POLVO A LA ATMOSFERA EN LA PLANTA PRODUCTORA DE HIDRATADO DE CAL "LA YAYA"*. Cuba: DIALNET .
- Arce Anyaypoma Yaquelin, Rojas Cabrera Patricia. (2017).
- Arroyave & Garcés . (2014). *Scielo*, 10.
- Bardales Cerquín Moises, García Cruzado Marco Antonio. (2018). *repositorio UPN*.
Obtenido de repositorio UPN:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14745/Bardales%20Cerqu%c3%adn%20Moises%20-%20Garc%c3%ada%20Cruzado%20Marco%20Antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bautista, Fernandez. (2012). Obtenido de
<http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2012/12/disenos-no-experimentales-segun.html>
- Bustamante Villegas, Olga Natal. (2017).
- Centro de Producción más Limpia*. (2017). Obtenido de Centro de Producción más Limpia.:
<https://www.pml.org.ni/index.php/produccion-limpia>
- Chacon, N. M. (2018). *Evaluación y control de ruido en la empresa minera de explotación SERINGTELL EIRL*. Arequipa.
- Cordero, Z. R. (2008). Investigación aplicada. *lifeder*.

Cultura, M. d. (2019). *INSTRUCTIVO N°007-2019-OA/IRTP EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL EPP*. Lima.

David Huaytalia Bellido. (2019).

David HUAYTALLA BELLIDO. (2019). Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/11369/Huaytalla_bd.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Elisa Rodríguez y Yolanda García. (2018). Evaluación de producción más limpia en. *Redalyc*, 10.

Fernandez, H. (2012). Diseños no experimentales. *tesis de investigación*, 5.

Gonzales Gómez, D. (2012). *Productividad y competitividad*.

Industrial, O. d. (2018). Produccion mas limpia. 29.

JUAN DIEGO REDÍN CÁRDENAS. (30 de julio de 2019). *repositorio uisek*. Obtenido de [repositorio uisek: https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3526/2/Tesis%20Red%C3%A9n_Coral.pdf](https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3526/2/Tesis%20Red%C3%A9n_Coral.pdf)

López Tirado, Bradley. (2020).

Manual de Produccion mas limpia. (2015). Recuperado el 13 de Mayo de 2019, de Manual de Produccion mas limpia: https://www.unido.org/sites/default/files/2008-06/1-Textbook_0.pdf

Marroquin Peña Roberto. (2012). Obtenido de http://www.une.edu.pe/Sesion04-Metodologia_de_la_investigacion.pdf

Milena Rodríguez, Fredy Mendivelso. (2018). DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE CORTE TRANSVERSAL.

Montano, J. (14 de MAYO de 2021). *Investigación cuasi experimental (lifeder)*. Obtenido de Investigación cuasi experimental (lifeder): <https://www.lifeder.com/investigacion-cuasi-experimental/>

Murillo, J. (2015). *MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN DE ENFOQUE EXPERIMENTAL*.

Nadia Ugalde Binda, Francisco Balbastre Benavent. (07 de 10 de 2013). Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/12730/11978>

REGULADORAS, S. (2017). *Ministerio de transporte y comunicacion* . Obtenido de Ministerio de transporte y comunicacion : <https://www.mtc.gob.pe/cnsv/documentos/AFICHES%20SE%20C3%91ALES%20REGULADORAS.pdf>

Sandra Mora, Stefany Velasco, Gustavo Flórez-Mojica . (2016). PRODUCCION MÁS LIMPIA (P+L): UNA ESTRATEGIA. *Scielo*, 6.

Sebastián Israel Aguilar Martínez. (02 de 06 de 2015). Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22303/1/TESIS.pdf>

Sebastián Israel Aguilar Martínez. (2015).

Seguridad, S. d. (02 de 12 de 2014). Obtenido de <http://www.pqsperu.com/Descargas/HSE/399.010-1.pdf>

Sevilla, A. (15 de Julio de 2017). *Economipedia*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/productividad.html>

tecnicas de estudio. (2011). Obtenido de tecnicas de estudio: <https://www.tecnicas-de-estudio.org/investigacion/investigacion39.htm>

Telvia Arias & Oscar Reyes. (2014). *Redalyc*, 14.

Toledo, N. (2020). *Población y Muestra*. Mexico: Universidad Autónoma del Estado de México.

Venegas Hurtado, V. (2014). *¿PRODUCCIÓN LIMPIA? UN ELEMENTO CLAVE.*

Colombia.

Obtenido

de

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/12841/VanegasHurtado>

[CindyVanessa2014.pdf;jsessionid=0AA9B15A03B701B92A70E020776BE1CC?se](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/12841/VanegasHurtadoCindyVanessa2014.pdf;jsessionid=0AA9B15A03B701B92A70E020776BE1CC?sequence=1)

[quence=1](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/12841/VanegasHurtadoCindyVanessa2014.pdf;jsessionid=0AA9B15A03B701B92A70E020776BE1CC?sequence=1)

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta aplicada a los todos trabajadores de la empresa Nube Blanca EIRL

ENCUESTA

Estimado(a):

Reciba mis más cordiales saludos, el motivo de esta encuesta es para conocer la situación actual en la que se encuentra la empresa Nube Blanca E.I.R.L, el contenido es para medir la producción más limpia y poder incrementar la productividad. En ese sentido, solicito que pueda responder los 10 ítems.


1. Conoce usted, ¿Cuáles son los residuos de Materia Prima de la producción de Oxido de Calcio (Ca)?
 - a) Si, Indique cuáles conoce.....
 - b) Maso menos, Indique lo que sabe:
 - c) No
2. Sabe usted, ¿Qué es la productividad?
 - a) Si, indique qué es:.....
 - b) Maso menos, Indique lo que sabe:
 - c) No
3. Sabe usted, ¿Cuáles son los residuos finales de la producción de Oxido de Calcio (Ca)?
 - a) Si, Indique cuáles son:
 - b) Maso menos, Indique lo que sabe:.....
 - c) No
4. Sabe usted, ¿Si afecta el ruido al medio ambiente?
 - a) Si, como:.....
 - b) No
5. Conoce usted, ¿Cómo medir la productividad de Mano de Obra y Máquinas?
 - a) Si, Indique como:.....
 - b) Maso menos, Indique lo que sabe:.....

- c) No
6. Conoce usted, ¿Cuáles son los residuos para eliminación de la producción de Oxido de Calcio (Ca)?
- a) Si, indique cuáles son:
- b) Maso menos, Indique lo que sabe:
- c) No
7. Conoce usted, ¿Los costos de los residuos?
- a) Si, estimación del precio:
- b) Maso menos, Indique lo que sabe:
- c) No
8. Sabe usted, ¿Que es el incremento de productividad?
- a) Si , que es.....
- b) Maso menos, Indique lo que sabe:.....
- c) No
9. Conoce usted, ¿Sobre la eficiencia física y económica?
- a) Si, que conoce.....
- b) Maso menos Indique lo que sabe:
- c) No
10. Sabe usted, ¿Qué es la productividad parcial de la Materia Prima?
- a) Si, Indique qué es.....
- b) Maso menos, Indique lo que sabe:.....
- c) No

Gracias!

Anexo 2: Plan de prevención

Figura 30: Plan de prevención y/o emergencia de vertidos accidentales – Parte 1

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN NB	
	PLAN DE PREVENCIÓN Y/O EMERGENCIA DE VERTIDOS ACCIDENTALES	
	Código:	Versión: 01
	Fecha:	Página 1 de 5




PLAN DE PREVENCIÓN Y EMERGENCIA DE VERTIDOS ACCIDENTALES

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:	Firma:

El presente procedimiento al ser impreso, pasará a ser **COPIA NO CONTROLADA**

Elaboración por los autores.

Figura 31: Plan de prevención y/o emergencia de vertidos accidentales – Parte 2

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN NB	
	PLAN DE PREVENCIÓN Y/O EMERGENCIA DE VERTIDOS ACCIDENTALES	
	Código:	Versión: 01
	Fecha:	Página 2 de 5

1. OBJETIVO

El presente estándar identifica un plan de prevención y/o de emergencia ante un vertido accidental que permite un rápido reconocimiento de información y peligros en las diferentes áreas de trabajo.

2. ALCANCE

Es aplicable a todos proveedores de mantenimiento de maquinaria y/o equipos de la empresa NUBE BLANCA y en sus instalaciones de la planta de producción.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS.

- ✦ Ley N° 29783 – ley de seguridad y salud en el trabajo.
- ✦ ISO 45001:2018 Sistema de Gestión y Seguridad y Salud en el Trabajo.
- ✦ ISO 14001-2015 Sistema de Gestión de Medio Ambiente.


4. DEFINICIONES

- ✓ **Control de fugas:** Acciones orientadas a evitar que las sustancias salgan del sistema de contención para prevenir derrames.
- ✓ **Kit de Emergencias para casos de fugas y/o derrames:** Son recipientes con productos, materiales y equipos, que deben tener las áreas de trabajo donde se realiza el mantenimiento interno que implica la manipulación de insumos para el mantenimiento como: aceite, grasas y lubricantes.
- ✓ **Mitigación:** medidas de intervención dirigidas a reducir o minimizar el impacto o alteración.
- ✓ **Derrame:** Es el escape de cualquier sustancia líquida o sólida en partículas o mezcla de ambas, de cualquier recipiente que la contenga, como: tanques, tuberías, equipos, camiones cisterna, carros tanque, furgones, etc. y que sale del sistema de contención, pudiendo causar un impacto ambiental y requiere acciones de control y/o mitigación inmediatas.
- ✓ **Fuga:** Es el escape de cualquier sustancia líquida, gas, sólidos o la mezcla debido a la ruptura del recipiente que lo contiene o por donde se conduce, el cual queda retenido dentro de su sistema de contención. En caso la Fuga salga o sobrepase la capacidad del sistema de contención, debe ser considerado como derrame y debe ser atendida de manera inmediata.
- ✓ **Kit para Instalaciones:** Son kits de emergencias para casos de fugas y/o derrames
- ✓ **Mitigación:** medidas de intervención dirigidas a reducir o minimizar el impacto o alteración.

El presente procedimiento al ser impreso, pasará a ser **COPIA NO CONTROLADA**

Elaboración por los autores.

Figura 32: Plan de prevención y/o emergencia de vertidos accidentales – Parte 3

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN NB	
	PLAN DE PREVENCIÓN Y/O EMERGENCIA DE VERTIDOS ACCIDENTALES	
	Código:	Versión: 01
	Fecha:	Página 3 de 5

5. RESPONSABILIDADES

Gerente General

- Brindar los recursos para la implementación de prevención y/o actuación ante un derrame de vertidos accidentales.
- Velar por el cumplimiento del presente estándar.

Trabajadores

- Conocer el presente estándar
- No dañar las señales y acatar los mensajes que éstas contienen.
-

Supervisores / Ingeniero de Seguridad y Medio Ambiente

- Estar capacitados y conocer plan de prevención y/o emergencia de vertidos accidentales en sus respectivas áreas.
- Asegurar que todos los trabajadores a su cargo estén capacitados y entrenados ante un vertido accidental.
- Ser responsables del cumplimiento del presente estándar en sus áreas de trabajo.

6. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE DERRAMES DE ACEITES, GRASAS Y LUBRICANTES.

Para desarrollar actividades dentro las instalaciones de la empresa Nube Blanca EIRL, que requieran del uso de lubricantes, grasas lubricantes, se deberá cumplir las siguientes medidas de prevención, que contribuirán a evitar potenciales derrames:

Almacenar los productos o sus residuos en recipientes herméticos y resistentes a perforación o corte.

Disponer y etiquetar los envases para residuos con la siguiente nomenclatura: “RESIDUOS PELIGROSOS (aceite, grasas y lubricantes), según corresponda.


Nunca mezclar desechos de lubricantes o de aceites hidráulicos, con otros productos.

Lubricantes y aceites hidráulicos se pueden mezclar en el recipiente de RESIDUOS ACEITES Y GRASAS.

El presente procedimiento al ser impreso, pasará a ser **COPIA NO CONTROLADA**

Elaboración por los autores.

Figura 33: Plan de prevención y/o emergencia de vertidos accidentales – Parte 4

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN NB	
	PLAN DE PREVENCIÓN Y/O EMERGENCIA DE VERTIDOS ACCIDENTALES	
	Código:	Versión: 01
	Fecha:	Página 4 de 5

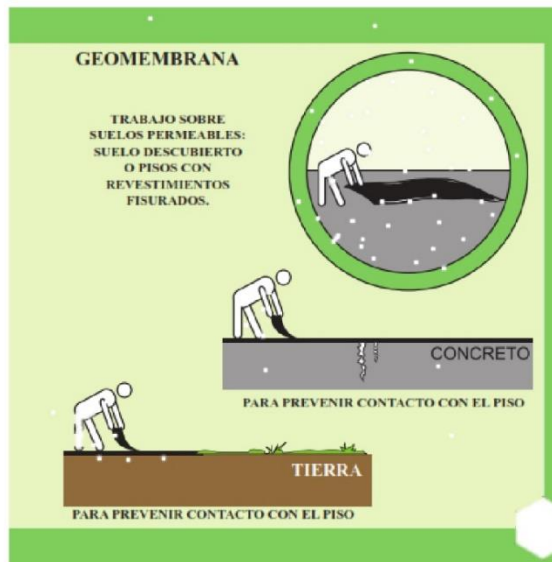
CONTROL DE DERRAMES

En caso de ocurrir derrames de productos químicos, aceites o combustibles, se deberá seguir la siguiente metodología:

- Preparar el KIT PARA EL CONTROL DE DERRAMES.




- **Geomembrana**, Trabajó sobre suelos permeables, suelo descubierto o pisos con revestimientos fisurados.



El presente procedimiento al ser impreso, pasará a ser **COPIA NO CONTROLADA**

Elaboración por los autores.

Figura 34: Plan de prevención y/o emergencia de vertidos accidentales – Parte 5

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN NB	
	PLAN DE PREVENCIÓN Y/O EMERGENCIA DE VERTIDOS ACCIDENTALES	
	Código:	Versión: 01
	Fecha:	Página 5 de 5



7. ANEXOS.

No aplica

El presente procedimiento al ser impreso, pasará a ser **COPIA NO CONTROLADA**

Elaboración por los autores.

Anexo 3. Certificados de calibración

Figura 35: Certificado de Calibración equipo de Monitoreo – Parte 1



EQUINLAB
S A C
Equipamiento Instrumentación
Industrias y Laboratorios



PATRONES
TRAZABLES A
INACAL
INGENIERÍA EN METROLOGÍA

EMPRESA DE SERVICIOS METROLÓGICOS - LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON PATRONES TRAZABLES A INACAL

°F | 6,16% | 456 kg/m³ | -27,3ld | 0,64aw | 51,9%r | H | 14,6%abs | 100, 4 g/m³ | 09ms | 4,90Ug/L | 163 ym | 23,2° C | 78,8 °F | 6,21 % | 424 kg/m³ | 78,0 °F | 6,16% | 456kg/m³ | -27,3ld | 0,64aw

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LE-312-2019

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2019-11-29

EXPEDIENTE : EIIL-3364-2019

1 CLIENTE: : GEOMAX LABORATORIO
AMBIENTAL AIRE AGUA Y SUELO E INGENIERIA EIRL

DIRECCIÓN: : JR. LOS TOPACIOS 484

2 INSTRUMENTO : HI VOL

MARCA : THERMO SCIENTIFIC

MODELO : G10557

SERIE : P9435X

PROCEDENCIA : ESTADOS UNIDOS

MÉTODO DE REFERENCIA : NORMA EPA N° RFPS 1287-063

TIPO : MECANICO/ELECTRICO

3 CUMPLIMIENTO : TUBO DE VENTURI CUMPLE
CON LA NORMA ASTM EPA
RFPS 1287-063

4 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE EQUINLAB SAC

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2019-11-29

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estandar por el factor de cobertura K=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%. Los resultados son validos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentos vigentes. EQUINLAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.


ING. ROGER CUEVA ZUTA
Jefe de Metrología


GERENCIA DE METROLOGÍA
EQUINLAB
V°B°


LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
EQUINLAB
SERVICIOS METROLÓGICOS
V°B°

PROHIBIDO SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE EQUINLAB S.A.C.

Dirección Av. 28 de Julio Mz. V1 Lote 17 Los Olivos - Lima - Lima
Telf.: (01) 677-6611 / (01) 336-4538 Cel.: 939294882 / 946480783 / 940788823
E-mail: ventas@equinlabsac.com / metrologia@equinlabsac.com / www.equinlabsac.com

Fuente: EQUINLAB SAC

Figura 36: Certificado de Calibración equipo de Monitoreo – Parte 2



EQUINLAB
Equipamiento Instrumentación
Industrias y Laboratorios



PATRONES
TRAZABLES A
INACAL
INGENIERÍA EN METROLOGÍA

EMPRESA DE SERVICIOS METROLÓGICOS - LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON PATRONES TRAZABLES A INACAL

°F | 6,16% | 456 kg/m³ | -27,3td | 0,64aw | 51,9%r | H | 14,8%abs | 100, 4 g/m³ | 09ml/s | 4,90Ug/L | 163 ym | 23,2°C | 78,8 °F | 6,21% | 424 kg/m³ | 78,0°F | 6,16% | 456kg/m³ | -27,3td | 0,64 a

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LE-312-2019

Pagina 2 de 3

5 PATRONES UTILIZADOS
Se ha utilizado el Calibrador Modelo TE-5028A, con número de serie 3139, trazable NIST

6 RESULTADOS: Medición con HI VOL

DATOS GENERALES		VARIABLES		CONDICIONES	
FECHA	29-nov-19	ma	1.01871	Ta	299.00
OPERADOR	Roger Cueva	ba	-0.02801	Pa	751.00
MODEL CAL	TE-5028A	mstd	1.62685	Tstd	298.18
S/N	3139	bstd	-0.04486	Pstd	760.00
FLOW CONTROL		MODEL	G10557	S/N	P9435X

in H2O Calibrador	Qa(m3/min) (1/m)v((H2O)(Ta/Pa-b)	(inH2O) Muestreador	Pf(mmHg) 25.4(inH2O/13.6)	Po/Pa=1-(Pf/Pa)	Qa Look flow rate	% Diff (Look up-Qa)*100/Qa	
3.52	1.190	10.65	19.890	0.974	1.196	0.540	
3.49	1.185	14	26.147	0.965	1.184	0.052	
3.43	1.175	17.8	33.244	0.956	1.172	0.223	
3.37	1.165	19.27	35.990	0.952	1.167	0.211	
3.21	1.137	24.85	46.411	0.938	1.149	1.035	
						Promedio	0.412

X=Qa/v(Ta)	Y=Po/Pa
0.069	0.974
0.068	0.965
0.068	0.956
0.067	0.952
0.066	0.938

Por Correlación	
r	0.9998
m	13.052
b	0.0711

Diff H2O	Pf(mmHg)	Qac=(((1-Pf/Pa)-b)*v(Ta))/m
16	29.89	1.178

La EPA establece que el promedio de la diferencia porcentual(% Diff), debe ser +/- 3%
 Sí el % Diff fuera mayor quiere decir que una fuga puede haber estado presente durante la calibración por lo tanto se debería calibrar nuevamente

PASOS A SEGUIR

- 1.- Colocar la base
- 2.- Colocar el tubo de orificios
- 3.- Prender el Muestreador HI Vol
- 4.- Instalar el Manometro al tubo de orificios y el otro al cuerpo del HI Vol
- 5.- Tomar 5 lecturas variando el orificio del vari flow o cambiando los discos de orificios



PROHIBIDO SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE EQUINLAB S.A.C.

Dirección Av. 28 de Julio Mz. V1 Lote 17 Los Olivos - Lima - Lima
 Telf.: (01) 677-6611 / (01) 336-4538 Cel.: 939294882 / 946480783 / 940788823
 E-mail: ventas@equinlabsac.com / metrologia@equinlabsac.com / www.equinlabsac.com

Fuente: EQUINLAB SAC

Figura 37: Certificado de Calibración equipo de Monitoreo – Parte 3



EQUINLAB S.A.C.

**Equipamiento Instrumentación
Industrias y Laboratorios**




**PATRONES
TRAZABLES A
INACAL**

INGENIERÍA EN METROLOGÍA

EMPRESA DE SERVICIOS METROLÓGICOS - LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON PATRONES TRAZABLES A INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LE-312-2019

Página 3 de 3

NOMENCLATURA

ma: Pendiente de la relación de calibración del orificio del Qa actual (Hoja del Calibrador)

ba: Intersección de la relación de calibración del orificio del Qa actual

Ta: Temperatura ambiental k° (K°=273 + °C)

Pa: Presión barométrica mmHg (1 atm = 760 mmHg)

"H2O: Lecturas del manómetro inH2O en el tubo de calibración

Qa: Regimenn del flujo actual m3/min

Qac: Flujo Cálculado, usando parámetros "b y m" hallados por correlación de la calibración

Pf: diferencia de presión de en mmHg

Po/Pa : Relación P inicial y P ambiental

% Diff: Diferencia porcentual entre los regimenes del flujo del calibrador

Prueba Inicial		
Serie VFC (Venturi)	P9435X	EL Qstd se usa en el caso de enviar los datos a la US EPA ver Pag. 44 del Manual
Modelo de Venturi	G10557	
Temp Std (ok)	298.00	Si Qa esta en el Rango de [1.02-1.24]. E s valido Ver Pag. 39 del Manual
Presion Std (mmHg)	760.00	
Temp Ambiental (°C)	26.00	Error Final -4.60 %
Temperatura	299.00	
Presión Actual (Pa)	751.00	Legenda Cambiables Formula/Const. Resultados
Dif. Manómetro (in/H2O)	15.00	
Diferencial (mmHg)	28.02	
Po/Pa = 1-(Pf/Pa)	0.963	
Qa	1.182	
Qstd	1.164	

Prueba Realizado por: **Ing. Roger Cueva**

Realizado en: **EQUINLAB SAC**

Empresa cliente: **Geomax Laboratorio Ambiental Aire, Agua y Suelo e ingeniería E.I.R.L.**

Fecha: **29/11/2019**



PROHIBIDO SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE EQUINLAB S.A.C.

Dirección Av. 28 de Julio Mz. V1 Lote 17 Los Olivos - Lima - Lima
 Telf.: (01) 677-6611 / (01) 336-4538 Cel.: 939294882 / 946480783 / 940788823
 E-mail: ventas@equinlabsac.com / metrologia@equinlabsac.com / www.equinlabsac.com

Fuente: EQUINLAB SAC

Figura 38: Certificado de Calibración equipo de Monitoreo – Parte 3



EQUINLAB S.A.C.
Equipamiento Instrumentación
Industrias y Laboratorios



INACAL
PATRONES TRAZABLES A
INGENIERÍA EN METROLOGÍA

EMPRESA DE SERVICIOS METROLÓGICOS - LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON PATRONES TRAZABLES A INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LE-310-2019

Página 1 de 2

<p>FECHA DE EMISIÓN : 30-11-2019</p> <p>EXPEDIENTE : EIIL-3364-2019</p> <p>1 CLIENTE: : GEOMAX INGENIEROS E.I.R.L.</p> <p>DIRECCIÓN: : JR. JIRON DOS DE MAYO # 1232</p> <p>2 INSTRUMENTO : TREN DE MUESTREO</p> <p>MARCA : GREEN GROUP</p> <p>MODELO : TMD</p> <p>SERIE : 221114</p> <p>IDENTIFICACIÓN : NO INDICA</p> <p>UBICACIÓN : NO INDICA</p> <p>TIPO : ELECTRÓNICO</p> <p>3 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE EQUINLAB SAC</p> <p>FECHA DE CALIBRACIÓN : 2019-11-29</p> <p>ESPECIFICACIÓN DEL INSTRUMENTO : Control de Flujo con Regulación Muestreo de gases CO, SO2, NO2 H2S, O3, CH4, C6H6</p> <p>4 PROCEDIMIENTO UTILIZADO MÉTODO UTILIZADO : Calibración de flujos por comparación contra patrón primario con carga de vacío</p>	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estandar por el factor de cobertura K=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%. Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentos vigentes. EQUINLAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
--	---



ING. ROGER CUEVA ZUTA
jefe de Metrología





PROHIBIDO SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DE EQUINLAB S.A.C.

Dirección Av. 28 de Julio Mz. V1 Lote 17 Los Olivos - Lima - Lima
Telf.: (01) 677-6611 / (01) 336-4538 Cel.: 939294882 / 946480783 / 940788823
E-mail: ventas@equinlabsac.com / metrologia@equinlabsac.com / www.equinlabsac.com

Fuente: EQUINLAB SAC

Figura 39: Certificado de Calibración equipo de Monitoreo – Parte 4



EQUINLAB S.A.C.
Equipamiento Instrumentación
Industrias y Laboratorios




PATRONES
TRAZABLES A
INACAL
INGENIERÍA EN METROLOGÍA

EMPRESA DE SERVICIOS METROLÓGICOS - LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON PATRONES TRAZABLES A INACAL

"F | 6,16% | 1456 kg/m³ | -27,31d | 0,64aw | 51,9%r | H | 14,9%abs | 100,4 g/m³ | 09m/s | 4,90Ugl | 163 ym | 23,2°C | 78,8 °F | 6,21 % | 1424 kg/m³ | 78,0°F | 6,16% | 1456kg/m³ | -27,31d | 0,64aw

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LE-310-2019

Pagina 2 de 2

5 PATRONES UTILIZADOS

Descripción	Marca / Modelo	Serie / Lote
* Patrón primario de flujo de rango bajo	BIOS / 520 L	119246
* Patrón primario de flujo de rango alto	BIOS / 520 H	118988
* Barómetro / termómetro	Control Company / 4195	101853853

6 RESULTADOS:

Gases	Teórico	Flujo / Min	Flujo Max
SO2	0.2	0.193	0.215
H2S	0.2	0.188	0.209
CO	0.5	0.486	0.513
Flujos L/min O3	0.5	0.492	0.501
NO2	0.4	0.398	0.405
CH4	0.5	0.492	0.501
C6H6	0.4	0.490	0.500

7 NOTAS U OBSERVACIONES

Flujos son verificados en campo mediante uso de rotámetro conectados al impinger burbujeados con carga

Fin de documento



PROHIBIDO SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE EQUINLAB S.A.C.

Dirección Av. 28 de Julio Mz. V1 Lote 17 Los Olivos - Lima - Lima
Telf.: (01) 677-6611 / (01) 336-4538 Cel.: 939294882 / 946480783 / 940788823
E-mail: ventas@equinlabsac.com / metrologia@equinlabsac.com / www.equinlabsac.com

Fuente: EQUINLAB SAC