



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Ingeniería de Métodos para incrementar la productividad en las
operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C,
Pasco, 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial**

AUTORES:

Rojas Lopez, Fran Jerson (orcid.org/0000-0003-1516-8749)

ASESOR:

Mgr. Almonte Ucañan, Hernan Gonzalo (orcid.org/0000-0002-5235-4797)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

ATE VITARTE – PERÚ

2022

DEDICATORIA

El proyecto de investigación para optar el grado de titulación como Ingeniero Industrial va dedicado a mi madre, padre, hermanos y familiares que fueron de mucha ayuda, de la misma forma dedicarme a mí mismo por no rendirme, por sobre todo salir adelante frente adversidades y cumplir mis metas y objetivos con mucha persistencia.

AGRADECIMIENTO

Sobre todo, agradecer a Dios por brindarme las fuerzas y cumplir mis anhelos, de la misma forma agradecer a mi madre por impulsar a ser profesional, por otro lado, a mi padre por estar ahí con sus palabras alentadoras para no rendirme y así también a mis tíos que me brindaron apoyo incondicional, a mi tío Walter Chamorro Colqui y esposa Marivel Cueva quien me brindo apoyo incondicional para lograr esta meta.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras y gráficos.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	12
2.1 ANTECEDENTES NACIONALES	12
2.2 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	13
2.3 TEORÍAS RELACIONADAS	14
III. METODOLOGÍA	21
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	21
3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	23
3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	29
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	30
3.5. PROCEDIMIENTOS	31
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	32
3.7. ASPECTOS ÉTICOS	33
3.8. EXCEPCIONES DE LA INVESTIGACIÓN	33
IV. RESULTADOS.....	34
V. DISCUSIÓN	71
VI. CONCLUSIONES	73
VII. RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS.....	75
ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. <i>MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN</i>	28
TABLA 2. <i>MATRIZ DE VESTER</i>	37
TABLA 3. <i>PARETO DE LAS OPERACIONES DEL PROYECTO</i>	38
TABLA 4. <i>DIAGRAMA DE PARETO</i>	38
TABLA 5. <i>TIEMPO OBSERVADO 1 PRE-TEST</i>	39
TABLA 6. <i>TIEMPO OBSERVADO 2 PRE-TEST</i>	40
TABLA 7. <i>TIEMPO ESTÁNDAR PRE-TEST</i>	41
TABLA 8. <i>ÍNDICE DE ACTIVIDAD</i>	44
TABLA 9. <i>EFICACIA DIARIA</i>	44
TABLA 10. <i>EFICIENCIA DE EQUIPO</i>	46
TABLA 11. <i>TIEMPO OBSERVADO 1 POS-TEST</i>	50
TABLA 12. <i>TIEMPO OBSERVADO 2 POS-TEST</i>	51
TABLA 13. <i>TIEMPO ESTÁNDAR POST-TEST</i>	52
TABLA 14. <i>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DIARIAS</i>	53
TABLA 15. <i>ÍNDICE DE ACTIVIDAD</i>	57
TABLA 16. <i>EFICACIA POST-TEST DIARIA</i>	59
TABLA 17. <i>EFICIENCIA POS-TEST DE EQUIPO</i>	61
TABLA 18. <i>EFICACIA PRETEST Y POSTEST</i>	62
TABLA 19. <i>EFICIENCIA PRETEST Y POSTEST</i>	63
TABLA 20. <i>PRODUCTIVIDAD PRETEST Y POSTEST</i>	65

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA 1. SOSTENIMIENTO EN INTERIOR MINA</i>	16
<i>FIGURA 2. BARRA SPLIT SET</i>	17
<i>FIGURA 3. DIAGRAMA DE RECORRIDO</i>	20
<i>FIGURA 4. PARTICIPACIÓN DE LA MINERÍA</i>	34
<i>FIGURA 5. OPERACIONES EN NEXA</i>	35
<i>FIGURA 6. DESEMPEÑO DE NEXA</i>	36
<i>FIGURA 7. ORGANIZACIÓN COMPLEJO PASCO</i>	36
<i>FIGURA 8. DIAGRAMA DE ISHIKAWA</i>	37
<i>FIGURA 9. DAP SOSTENIMIENTO 1 PRE-TEST</i>	41
<i>FIGURA 10.DAP SOSTENIMIENTO 2 PRE-TEST</i>	42
<i>FIGURA 11.DAP SOSTENIMIENTO 3 PRE-TEST</i>	43
<i>FIGURA 1. DIAGRAMA DE EFICACIA</i>	45
<i>FIGURA 1. DIAGRAMA DE EFICIENCIA</i>	46
<i>FIGURA 2. CICLO DE LA OPERACIÓN</i>	48
<i>FIGURA 3. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</i>	49
<i>FIGURA 4. DAP SOSTENIMIENTO 1 POS-TEST</i>	54
<i>FIGURA 5. DAP SOSTENIMIENTO 2 POS-TEST</i>	55
<i>FIGURA 6. DAP SOSTENIMIENTO 3 POST-TEST</i>	56
<i>FIGURA 7. EQUIPO EN FUNCIONAMIENTO</i>	57
<i>FIGURA 8. ESTANDARIZACIÓN DE ACTIVIDADES</i>	58
<i>FIGURA 1. DIAGRAMA DE EFICACIA POS-TEST</i>	59
<i>FIGURA 1. DIAGRAMA DE EFICIENCIA</i>	61

RESUMEN

En esta investigación Ingeniería de Métodos para incrementar la productividad en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022, tiene como objetivo general determinar como la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022. Por consiguiente, se tiene el primer objetivo específico en el cual es determinar como la aplicación de ingeniería de métodos contribuye con el cumplimiento de metas en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir y el segundo objetivo específico es determinar como la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la optimización de recursos en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C. La investigación es cuantitativa de tipo aplicada con un nivel de investigación descriptivo y explicativo, preexperimental teniendo un alcance longitudinal. La población es la base de datos de sostenimiento. Finalmente, la investigación ejecutada en la empresa Nexa Resources tiene como conclusión que el desarrollo de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad con el uso de las etapas de ingeniería aplicando un diagrama de ciclo de mina, estudio de tiempos, movimientos y un cronograma de mantenimiento brinda un incremento de 25.60% en la productividad.

Palabras Clave: Productividad, eficiencia, eficacia, ingeniería de métodos

ABSTRACT

In the present investigation, Method Engineering to increase productivity in the operations of the Nexa Resources El Porvenir S.A.C. Company, Pasco, 2022, has as a general objective to determine how the application of method engineering increases productivity in the operations of the Nexa Resources El Porvenir S.A.C. Company. S.A.C., Pasco, 2022. Therefore, the first specific objective is to determine how the application of method engineering contributes to the fulfillment of goals in the operations of the Nexa Resources El Porvenir Company and the second specific objective is to determine how the application of methods engineering increases the optimization of resources in the operations of the Nexa Resources El Porvenir Company. The research is quantitative of an applied type with a descriptive and explanatory level of research, pre-experimental, having a longitudinal scope. The population is the sustaining database. Finally, the research carried out in the Nexa Resources company concludes that the development of engineering methods to increase productivity with the use of engineering stages by applying a mine cycle diagram, time study, movements and a schedule of maintenance provides an increase of 25.60% in productivity.

Keywords: Productivity, efficiency, effectiveness, method engineering

I. INTRODUCCIÓN

En la realidad internacional, se puede percibir hoy en día que la minería es uno de los movimientos con la que se identifica los minerales para ser extraídos y procesados, es una de las actividades económicas principales conocido como sector principal o primario por lo que se tiene que identificar los cimientos con empresas especialistas en explotación de minas, procesamiento y comercialización de minerales, por lo que la Compañía Minera Rio Tinto Group es una de las mejores empresas mineras en exploración, extracción y procesamiento para el sector minero, de tal manera ofrece a sus clientes tecnologías de punta, experiencia y talento con los mejores profesionales. En la actualidad las operaciones mineras de proceso completo como la extracción y procesamiento debe hacerse de forma distinta para poder innovar, en tal sentido la empresa mencionada se diferencia por la excelencia, liderazgo, confianza, integridad, responsabilidad, compromiso y calidad. Por otro lado, también tuvo problemas en el cual afecta a la productividad, en lo que resalta en muchas mineras los problemas sociales como las huelgas, accidentes fatales, paradas inesperadas de maquinarias en el cual menora la productividad. La competencia en este rubro es alta en lo que demanda la productividad y la eficacia, en efecto esta organización difunde la confiabilidad de los servicios que ofrece en los mercados operando con eficacia, dinámica, un buen ambiente laboral y por lograr sus metas, generando confianza a sus clientes.

Por otro lado, la realidad nacional como lo es las empresas peruanas dedicadas a explotación, procesamiento y ventas de minerales tienen alta competencia por la calidad de servicio que brindan, cada uno se diferencia por la productividad, calidad y seguridad que brindan, la Minera Antamina S.A. como se describe es una empresa líder en el mercado y opera en el sector metales y minería dedicada a producción de concentrados zinc, cobre, molibdeno, plomo y plata. Como toda organización se encuentra problemáticas de tal manera que hubo paradas de la producción por motivos de huelgas de comunidades cercanas y posibles accidentes, de tal manera como afecto final implica en el avance de la producción generando costos.

La realidad local en la empresa Nexa Resources proyecto minero El Porvenir es una de las empresas reconocidas en el Perú y en distintos países por la calidad de su producto de minerales, cabe resaltar que como toda empresa el problema percibido son las huelgas de comunidades cercanas, accidentes fatales, mal uso de maquinaria, trabajadores con actos inseguros, actividades innecesarias de dicho proyecto ocasionando pérdida de producción en el cual afecta a la empresa con pérdidas económicas. En esta investigación se hará un respectivo análisis de todos los datos otorgados por la empresa para poder determinar la condición en el cual se encuentra, la productividad, recursos y ver como refleja en los costos de tal manera poder ejecutar y hacer las recomendaciones en el que permita hacer mejoras y aumentar la productividad después de realizar el trabajo que se investiga.

Es por ello que se plantea el problema general, ¿Cómo la aplicación de ingeniería de métodos incrementará la productividad en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022?. Así también se tiene como primer problema específico ¿Cómo la aplicación de la ingeniería de métodos contribuirá con el cumplimiento de metas en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022?; el segundo problema específico planteado es ¿Cómo la aplicación de la ingeniería de métodos incrementará la optimización de recursos en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022?.

El proyecto de investigación tiene como justificación del estudio que el método de ingeniería permita aumentar la productividad para minimizar costos, evitar parada innecesaria de maquinarias, eliminar actividades que no generan valor y tener mejoras constantes. La justificación teórica son cimientos que se van realizando para implementar la ingeniería de métodos en el que favorezca que la productividad aumente. Lo que se pretende es buscar mejoras constantes optimizando procesos, calidad de producto, incrementar la eficiencia y eficacia para aumentar las ganancias con el avance de la extracción de minerales y procesamiento de minerales. La investigación tiene como justificación social involucrar a todos los operarios, ayudantes, supervisores, ingenieros y los de la alta gerencia comprometiéndose con la mejora constante para el crecimiento de la empresa, contribuyendo con los proyectos de explotación minera y así puedan generar

experiencias ampliando sus conocimientos en temas de productividad a través de herramientas de ingeniería y así poder evitar pérdidas. También se tiene la justificación económica que beneficiará a la compañía minera incrementando su productividad, eficiencia y eficacia; de ese modo dar a conocer la importancia de la ingeniería de métodos para aumentar la productividad en cada organización que se dedica al rubro minero.

Por consiguiente, se plantea la hipótesis por lo que el concepto de Jeet y Kumar (2021) nos expresa que es la instrucción programada efectiva que el método tradicional en términos de resultados estudiados brinda una cierta respuesta coherente. Es por ello que el presente proyecto tiene como hipótesis la aplicación de la ingeniería de métodos incrementa la productividad en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022. Como primera hipótesis específica se tiene la aplicación de la ingeniería de métodos contribuye con el cumplimiento de metas en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022. Por último, la tercera hipótesis específica es la aplicación de la ingeniería de métodos incrementa la optimización de recursos en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022.

Del mismo modo, este proyecto de tesis tiene como objetivo general determinar como la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022. Por consiguiente, se tiene el primer objetivo específico en el cual es determinar como la aplicación de ingeniería de métodos contribuye con el cumplimiento de metas en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022 y por último el segundo objetivo específico es determinar como la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la optimización de recursos en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES NACIONALES

Cerrón (2020) en su tesis titulado Propuesta de elección de tipo de sostenimiento por utilizarse en la Unidad de Producción Yauricocha, Lima-2020 en el cual tiene como objetivo en optar el tipo de sostenimiento para establecer un sistema de clasificación de sostenimiento. La población usada fue la zona de producción. Finalmente se demostró que las propiedades del terreno y el sostenimiento adecuado con el equipo es empernado eficientemente.

Suasnabar (2019) en su tesis titulado Análisis técnico para la optimización del sostenimiento en los frentes de la compañía Minera Casapalca S.A. tiene como objetivo optimizar el proceso de sostenimiento de cada labor en la mina subterránea con el uso de equipos con máximo rendimiento. La población usada fue la base de datos del tipo de rocas y estructuras. Finalmente, el sostenimiento con una mejora tecnológica cumplió la meta y minimizó tiempos muertos empleando un promedio de 6 horas efectivas del equipo.

Orellana (2020) en su tesis titulado Selección de la alternativa óptima de sostenimiento en rampas para el control de inestabilidades subterráneas tuvo como objetivo optar una solución óptima en el sostenimiento haciendo un control del proceso. La población usada fueron las rampas de los accesos principales. Finalmente se determinó que al hacer el estudio se logró determinar un 83.3% de eficiencia.

Muñoz (2019) en su tesis titulado INFLUENCIA DEL SOSTENIMIENTO MECANIZADO CON PERNOS DE ANCLAJE EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA U.E.A. CERRO S.A.C tuvo como objetivo establecer un método de sostenimiento para mejorar la productividad y el tiempo de operación. La población usada fue las rampas, sub niveles, galerías y labores en rehabilitación. Finalmente se determinó que el sostenimiento a través de la instalación, control, equipos operativos ahorra un tiempo de 58.33% por lo que permite ahorrar tiempo y mejorar la eficiencia y mejoras en la producción.

Lazo (2020) en su tesis titulado Optimización del sistema de sostenimiento de las labores subterráneas para una mina con problemas de altos esfuerzos tuvo como objetivo optimizar el sistema de sostenimiento bajo condición de esfuerzos altos. La población usada fue la base de datos de sostenimiento. Finalmente se concluye que el sistema en el sostenimiento, controles de ingeniería y rendimiento del equipo satisface e incrementa la productividad a través de la utilización del equipo con una eficiencia y eficacia óptima.

2.2 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Azhibay (2022) en su tesis titulado Assessing mining productivity in Kazakhstan: industry and firm-level el objetivo principal de esta investigación fue analizar la productividad minera en Kazajistán. La población usada fue la adquisición de data e información de productividad. Finalmente se determinó que los estudios sobre prácticas de mejora de la productividad en sostenimiento en las empresas locales demostraron que también se utilizan en otras empresas mineras importantes en formas de digitalización, modernización, automatización y prestaciones laborales.

Apeland (2018) en su tesis titulado Application of FE-analysis in Design and Verification of Bolted Joints According to VDI 2230 at CERN tuvo como objetivo investigar varios aspectos para mejorar el conocimiento relevante, para sugerir cómo FEA y VDI 2230 pueden ser combinados en un solo flujo de trabajo, y presentar la información en un formato que pueda beneficiar la productividad. La población fue la base de datos de sostenimiento diario. Finalmente se determinó que los cálculos y el control de tiempos y el diseño de trabajo brindan resultados relevantes y recomendados.

Araya et al (2020) en su artículo titulado The impact of equipment productivity and pushback width on the mine planning process tuvo como objetivo planificar un diagrama de proceso simplificado para optimizar tiempo y mejor la productividad. La población usada fue la base de datos del proceso de sostenimiento. Finalmente se determinó asegurar con un equipo de alto rendimiento para incrementar la productividad y controlar los tiempos para aumentar la eficiencia y eficacia.

Rivas y Ugarte (2018) en su tesis titulado Optimizar el proceso de Fortificación de Minera Florida tuvo como objetivo optimizar el proceso productivo manteniendo los estándares de la organización. La población usada fue la data de la operación de sostenimiento. Finalmente, de determino que hubo problemas que afectaban un 80%, posterior a ello se implementó mejoras manteniendo un control mediante herramientas por lo que se hizo inspecciones y seguimiento operacional.

Amoroso y Orellana (2019) en su tesis titulado Diagnóstico del control subterráneo y plan de mejora en la mina de la Sociedad Minera Minervilla tuvo como objetivo optimizar la perforación en sostenimiento con la toma de datos de los movimientos y los tiempos para expresar el tiempo efectivo. La población usada es la zona de corte y relleno obteniendo datos de todo el ciclo. Finalmente, se determinó que, mediante el control operativo, evaluación del proceso y el plan de mejora basado en teorías incrementa la eficacia.

2.3 TEORÍAS RELACIONADAS

2.3.1 HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA

Del Águila (2019) nos expresa que “es un requisito en el cual es el responsable de familiarizarse con el dominio de obstáculos, problemas y entender de una manera rápida” (p.10). Es por ello que se posee un pensamiento analítico, habilidades comunicativas, habilidades de resolución de conflictos, habilidades como moderador, para poder identificar y dar buen uso a las distintas herramientas de ingeniería, como ingeniería de métodos, 5S, Six Sigma, entre otros.

2.3.2 MEJORA CONTINUA

Phimister y Torruella (2021) nos menciona que “innovación es la mejora en el cual tiene que estar dirigida estratégicamente por el que es parte del proceso enfocándose de una manera sostenible en el ámbito a mediano y largo plazo” (p.20). Esto nos quiere decir que la mejora continua busca ampliar con eficiencia y eficacia sin alterar el producto o la manera de realizar el trabajo.

2.3.3 MINERÍA

Oyarzún (2019) nos brinda información “donde minería son extracciones y procesamientos de yacimientos de minerales de la corteza terrestre formados por varios elementos químicos conformados por (CuFeS₂) calcopirita, (MoS₂) molibdenita, (AgS₂) argentita, entre otros minerales” (p. 10). Esto nos quiere decir que minería es extraer componente que se encuentra en el suelo, en las rocas de tal manera que son extraídos con un determinado fin.

MINERÍA TAJO ABIERTO

Concha (2017) nos describe que “se le conoce como minería a cielo abierto por lo que deteriora con un mayor entorno ambiental, aplicado a yacimientos poco profundos y de mucha extensión de los terrenos en el cual se remueve parcial o total del suelo” (p. 84). Nos quiere decir que tajo abierto es la extracción en la superficie donde se va desgastando el suelo al aire libre con maquinarias para extraer mineral.

MINERÍA SUBTERRÁNEA

Concha (2017) nos dice que “se le conoce como socavones por lo que se usa maquinaria pequeña y se extrae mineral trabajando en túneles, la exposición al peligro es mayor y se usa más recursos” (p.10). Nos quiere decir que se extrae por debajo del suelo recursos naturales como los minerales utilizando máquinas pequeñas y donde la exposición a peligros y riesgos es mayor.

CONCEPTOS DE SOSTENIMIENTO

Cabe resaltar que la Universidad Politécnica de Madrid (2020) nos expresa las definiciones es por ello que se relata la teoría de los siguientes subtítulos:

Sostenimiento mecanizado

Conocido como sostenimiento artificial sirve para tener una proporción de control de roturas y hundimientos de las rocas para evitar caídas y menorar accidentes. Por otro lado, es un sistema o un prerrequisito porque en función a ella se diseña la estructura y se continua el avance. Se tiene dos tipos de sostenimiento; activo en el cual se hace con pernos, swellex, split set, shotcrete o lanzado de concreto y en el pasivo son con cuadros de madera, cimbra, cerchas, entre otros. Por otro lado, los equipos que se usan son el boltec, bolter, entre otros, en el cual tienen como función empernar a través de split set y mallas de sacrificio para evitar caídas de rocas y el equipo alpha 20 es un lanzador de concreto en el cual sostiene a base de aditivos con el secado rápido de tal modo también evita la caída de rocas y se hace con el fin de evitar accidentes y la minimización de derrumbes.



Figura 1. Sostenimiento en interior mina

Fuente: Laboratorio de innovación en Tecnologías mineras

Split set

Conocido como pernos sirve para sostener las rocas o parchar la roca del techo puesto a que se encuentran fracturadas, es un tubo ranurado al extremo de 7 pies, lleva un anillo soldado y una placa.

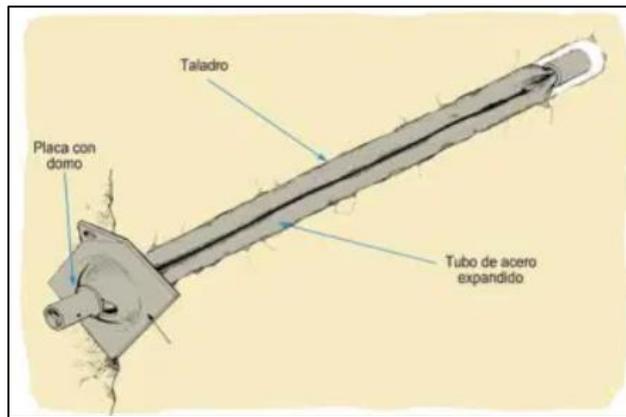


Figura 2. Barra split set

Fuente: <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/caracteristicas-de-los-pernos-de-roca/>

2.3.4 INSUMOS Y RECURSOS

Se utiliza de manera importante de tal manera que sirve al ser humano para la utilización de insumos en el cual tendrá que asignar recursos para transformarlas y pasar a un producto terminado o para un determinado fin, se dispone como insumo a la capital y mano de obra y como recurso se tiene tangible, intangible y humano.

2.3.5 ACTIVIDAD QUE GENERA VALOR

Cano (2021) nos dice que “es el proceso en el cual fluye sin interrupciones ni sobresaltos con el cliente, se asegura con un flujo continuo de cada proceso” (p. 88). Nos quiere decir que una actividad que genera valor es aquella que no perjudique ni ponga obstáculos en un proceso para poder cumplir las metas y satisfacer la necesidad del cliente.

2.3.6 INGENIERÍA DE MÉTODOS

Vides, Díaz y Gutiérrez (2017) nos describe que “es un método en el cual tiene como objetivo identificar y analizar los problemas que hay en las actividades desarrollando métodos muy fáciles y que mejoran los resultados” (p.2). La variable ingeniería de métodos va a permitir que en la empresa se obtenga resultados

positivos, estos están con la intención de aumentar la productividad para satisfacer la necesidad de los clientes.

ETAPAS DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS

ETAPA 1: SELECCIONAR

Palacios (2016) nos dice que “lo principal es seleccionar los sistemas de la operación y los procesos, todo conforme a resultados de los diagramas de procesos, Pareto y diagrama de causa y efecto” (p. 55). Aquí se usa herramientas de ingeniería para poder determinar el problema como causas y consecuencias.

ETAPA 2: REGISTRAR

Vides, Díaz y Gutiérrez (2017) nos expresan que “es el trabajo que debe ser estudiado en el cual sean definidos los límites con una observación directa de una manera relevante de todos los hechos recolectando datos de una manera apropiada” (p. 2). Aquí se hace estudios para recolectar datos para la mejora.

ETAPA 3: EXAMINAR

Vides, Díaz y Gutiérrez (2017) nos dicen que “se tiene que examinar en una manera crítica, viendo la realización de las actividades, propósitos, lugar, el tipo de proceso y los métodos que se va a usar” (p. 2). Nos quiere decir que se tiene que involucrar en campo para poder percibir los posibles factores que afectan la operación.

ETAPA 4: ESTABLECER

Vides, Díaz y Gutiérrez (2017) nos mencionan que “al establecer se busca métodos más eficaces, prácticos y que sea económico a través de personas calificadas” (p. 2). Aquí se plantea una metodología para innovar, mejorar o implementar. Se hace un análisis para minimizar costos e incrementar ganancias.

ETAPA 5: EVALUAR

Vides, Díaz y Gutiérrez (2017) nos manifiestan que “al evaluar se tiene que tener diferentes opciones para la realización de métodos nuevos viendo la relación de costo y eficiencia entre el método empleado” (p.2). Se analiza de una manera estricta y viendo a fondo que no maximice costos.

ETAPA 6: DEFINIR

Vides, Díaz y Gutiérrez (2017) nos exponen que “se tiene que definir el método empleado de una manera clara a las personas que pueden competir” (p. 2). Se da a conocer el nuevo método para la mejora.

ETAPA 7: IMPLANTAR

Vides, Díaz y Gutiérrez (2017) nos pronuncian que es “el reciente método de tal manera que se tiene que tener una práctica normal formando por todos los trabajadores que van a utilizarlo” (p. 2). Se implementa y se da a conocer a la organización y a los trabajadores.

ETAPA 8: CONTROLAR

Vides, Díaz y Gutiérrez (2017) nos dan a conocer que “se tiene que manejar la aplicación del método empleado para no usar métodos que se usaban antes” (p. 2). Se tiene que tener un control de la implantación que se hace.

2.3.7 ESTUDIO DE TIEMPOS Y ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

Bello, Murrieta y Cortes (2020) nos dice que “el estudio de los tiempos y de movimientos es un procedimiento o técnica en la que es más utilizada para menorar deficiencias e incrementar la productividad con una utilización eficaz del recurso y establecer rendimientos en base a las actividades” (p.2). Con ello se aplicará límites

de tiempo en las operaciones, procesos, entre otros y así obtener incremento en la producción.

Significado	Símbolo
Operación	
Inspección	
Actividad combinada	
Transporte	
Almacenamiento	
Demora	

Figura 3. Diagrama de recorrido

Fuente: Del Águila, 2019

2.3.8 PRODUCTIVIDAD

Fontalvo, De La Hoz y Morelos (2017) menciona que “es distinguido como correspondencia existente que hay entre la cantidad de la producción y todos los recursos, observando la razón de entrada y salida utilizados para satisfacer la necesidad del cliente” (p. 50). La productividad en la empresa servirá de soporte para minimizar los costos e incrementar las ganancias.

2.3.9 EFICACIA Y EFICIENCIA

Rojas, Jaimes y Valencia (2018) nos menciona que “eficiencia es cumplir el objetivo optimizando los recursos y eficacia es la capacidad de conseguir lo que se espera logrando objetivos” (p.3). La utilización de estos dos factores ayudará a la empresa a cumplir sus metas y evitar demoras en las operaciones y/o procesos.

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.2 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

El alcance de la investigación tiene un enfoque **cuantitativo** puesto a que se expresa en un mecanismo estadístico. Por ello Sánchez, Reyes y Mejía (2018) manifiesta que “es una variable en el cual es discreta o continua como la cantidad de una población, edad, peso, y se mide en proporción y a razón” (p. 126). Aplicando en mi investigación va a ser de lo genérico o general hacia lo particular, siendo hipotético deductivo basado en establecer hipótesis y luego compararlas o también refutarlas, puesto a que asume varios problemas a través de un análisis de causa-efecto, como también la utilización de Pareto siendo probadas y planificadas.

3.1.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo **aplicada** porque está en función del propósito es por ello que Baena (2017) nos menciona la definición en el cual deleita de la siguiente manera:

En cuanto a la investigación aplicada, se plantea problemas determinados que requieren soluciones rápidas y uniforme, por su parte, reunir su atención en los medios determinados para transferir a la práctica todas las teorías, y proyecta su trabajo a resolver las imposiciones que se plantean (p. 18).

Como expresa Baena, se tiene que plantear de una manera concreta los problemas para poder dar soluciones rápidas, por lo que ayudara a resolver incognitos que buscan las personas y se busca en esta investigación para ampliar o aumentar la productividad.

3.1.4 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel es **descriptivo y explicativo** por lo que estudian elementos determinados depende a las características y un detalle sistemático de eventos que suceden, es por ello que Guevara, Verdesoto y Castro (2020) nos menciona que “la investigación descriptiva se encomienda para detallar características de la población que se estudia, también es un registro, interpretación y análisis actual para ver el fenómeno del proceso” (p. 166).

Por consiguiente, Sánchez, Reyes y Mejía (2018) nos dice que “el nivel explicativo formula cuestiones acerca de causas de tales fenómenos que se estudia, para identificar relación de causalidad” (p. 80). En tal sentido la mejora se hará monitoreando mis variables, será desarrollada en el área de costos y productividad puesto a que se emplea con el fin de incrementar la productividad. De tal modo que mi variable independiente ingeniería de métodos, lo esencial será identificar todo el proceso de producción, actividades detallando con un diagrama de flujo estándar, de operaciones o de análisis, según sea conveniente, de tal manera se observará los resultados para eliminar o mejorar actividades que no generan ningún valor, así también se evaluara los respectivos indicadores para realizar el seguimiento y así poder aumentar la productividad.

3.1.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Rodríguez (2020) nos expresa sobre el tipo de diseño por lo que destaca que “la elección del diseño apropiado para iniciar el estudio tiene que ir de acorde al problema planteado y a la hipótesis, de tal manera que puede ser experimental o no experimental” (p. 53). El diseño en esta investigación es experimental por lo expresa que el tipo de diseño se emplea tal y como el fenómeno se presenta dando forma a la causa del problema a indagar. Así también nos dice que la investigación experimental es una investigación sistemática, objetiva y controlada con un propósito de controlar y predecir los fenómenos examinando la probabilidad y causalidad.

El diseño de la investigación se le denomina pre-experimental, cabe resaltar que Hernández (2018) nos describe que “el diseño pre-experimental también es

conocido como control mínimo puesto a que ejerce poco control y trabaja solamente en el grupo experimental” (p. 90). El control de variables tiene el siguiente diseño en el la preprueba y la posprueba tiene grupo al que se visualiza por anticipado, aplica estímulo y su observación se repite siendo el esquema; grupo (G), preprueba, observación (O1), intervención y tratamiento experimental (X), finalmente la posprueba, observación (O2). siendo de manera no aleatorio para poder elegir según los datos analizados y medidos. De tal modo se evaluará de manera inicial siendo un proceso experimental inicial identificado como pre-test, viendo el estado en que se encuentra la empresa en la actualidad, seguidamente será el nivel experimental pos-test para poder comparar y ver los cambios mediante la puesta de herramientas de ingeniería. De tal modo el diseño será expresado de la siguiente manera donde O1 será el área de avances (Sostenimiento con barras split set), X va a ser la implementación de la ingeniería de métodos y O2 será la data que se obtenga después de la realización o implementación.

3.1.6 ALCANCE TEMPORAL

De tal modo el alcance temporal quien Cabezas, Andrade y Torres (2018) nos expresa que “es **longitudinal** cuando se realiza en momentos diferentes de la investigación, al comienzo, intermedio y al terminar con el propósito de poder comparar los datos alcanzados en los diferentes momentos de la misma muestra o población” (p. 79). Nos quiere decir que la investigación es de tipo longitudinal puesto a que va a ser medida varias veces ya que en ello se podrá percibir el antes y el después, esto quiere decir que se observará los resultados sin el uso de ninguna herramienta o implementación y se finalizará expresando los datos con la implementación de la ingeniería de métodos.

3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

3.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE: INGENIERÍA DE MÉTODOS

Bocángel (2021) quienes nos expresan que “la ingeniería de métodos en la actualidad es mejorar los procesos, tareas, procedimientos, lugar de trabajo, diseño

de los instrumentos y condiciones de trabajo, siendo evaluadas analíticamente y desarrollando mejoras constantes” (p. 4). Nos quiere decir que los métodos que se usa en la ingeniería se hacen con el fin de mejorar, incrementas las ganancias y optimizar los proceso minimizando los costos.

3.2.1.1 DIMENSIÓN 1: ESTUDIO DE TIEMPOS

Tejada, Gisbert y Pérez (2017) quien nos expresa que “los movimientos y el tiempo estudiado es la herramienta de amparo para las empresas y así puedan determinar el tiempo o los tiempos estándar” (p. 41). Nos quiere decir que el estudio de tiempos ampara a tener un tiempo exacto en cada actividad o en cada proceso para poder cumplir con las metas y objetivos.

INDICADOR 1: TIEMPO ESTÁNDAR

Rincón, Molina y Villarreal (2019) nos menciona que TS es “tiempo requerido para que un obrero promedio, capacitado y calificado, trabajando a un ritmo adecuado o normal de tal manera que se realiza un esfuerzo promedio para llevar a cabo una acción” (p. 199).

Fórmula:

$$TS = TN * (1 + \text{SUPLEMENTO})$$

TIEMPO OBSERVADO

El tiempo observado es la actividad que hace un trabajador para dicho proceso es por ello que mencionamos a Ramírez (2017) quien nos dice que “el tiempo obtenido es cuando observas al trabajador en tal sentido se asigna un atribuido valor” (p. 88).

TIEMPO CICLO

El tiempo ciclo según Rojas (2017) nos menciona que “es el tiempo que el operario invierte en realizar la operación y que es medido con un reloj, no se incluye

interrupciones realizadas por el obrero, como necesidades misceláneas o individuales” (p. 181)

Fórmula:

$$TC = \frac{\sum \text{DE LOS TIEMPOS OBSERVADOS}}{\# \text{ DE CICLOS OBSERVADOS}}$$

VALORACIÓN DEL TRABAJO

Es cuando se decide valorar el ritmo de trabajo por lo que Real (2019) quien sostiene al respecto:

Los niveles de labor y reposo son necesarios para lograr niveles elevados de productividad y comodidad en el ámbito del trabajo, 120 es acelerado, 115 es rápido, 110 es óptimo, 105 es bueno, 100 es normal, 95 es regular, 90 es lento, 85 es muy lento y 80 es deficiente (p. 49).

Formula:

$$\text{VALORACIÓN} = \frac{\text{RITMO OBSERVADO}}{100}$$

TIEMPO NORMAL

Bravo, Menéndez y Peñaherrera (2018) nos expresa que el TN “es el tiempo líquido que se va a necesitar para elaborar un bien o producto sin la disposición de tiempos improductivos” (p. 7).

Fórmula:

$$TN = TC * \text{VALORACIÓN}$$

TIEMPO SUPLEMENTARIO

Permite reponerse de la fatiga, es por ello que mencionamos a Panaia y Delfino (2020) quien nos expresa que “el régimen de horas suplementarias y formas de

gestión de tiempo para mejorar la condición de trabajo o para aumentar desgaste en el trabajador y aumentar los niveles de incertidumbre” (p.40).

parámetros:

Necesidades fisiológicas: Para persona normales, fluctúa entre 5% y 7%

Fatiga: Para trabajos ligeros 8% - 15% y para labores pesados intermedios 12% - 40%.

Especiales: Son los tiempos que se asocian a la naturaleza de la labor en el que fluctúa entre 1% - 10%.

3.2.1.2 DIMENSIÓN 2: ESTUDIO DE MOVIMIENTO

Tejada, Gisbert y Pérez (2017) quien nos dice que “el estudio de movimiento es un método fácil de entender y utilizar para el análisis de métodos y establecer estándares en el cual puede evaluarse todas las operaciones” (p.41).

INDICADOR 2: ÍNDICE DE ACTIVIDAD

El diagrama de análisis de los procesos (DAP) nos indica el recorrido de un proceso destacado al detalle para poder saber el índice de actividad, es por ello que Del Águila (2019) nos dice que “mejoran con el análisis de requisitos facilitando el proceso donde ayuda a reducir la ambigüedad en la actividad” (p. 85).

3.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

OECD (2019) nos expresa que “la productividad se define comúnmente como una interacción entre la cantidad o el volumen de producción y el de los insumos” (p. 11).

Fórmula:

PRODUCTIVIDAD = EFICACIA * EFICIENCIA

3.2.2.1 DIMENSIÓN 1: CUMPLIMIENTO DE METAS

Popescu (2021) nos menciona que es “medir el crecimiento hacia los objetivos de crecimiento sostenible: creatividad, capital intelectual e innovación” (p. 126).

INDICADOR 1: EFICACIA

Mediante el concepto que brinda Breval (2017) nos dice que “eficacia por está especificada para los efectos que tiene como resultado y relación a ofrecer al cliente lo que los consumidores o clientes esperan” (p. 269).

Fórmula:

$$\text{EFICACIA} = \frac{\text{RESULTADOS}}{\text{PLANEADO}} * 100$$

$$\text{EFICACIA} = \frac{\text{PLANEADO REALIZADO}}{\text{TOTAL PLANEADO}} * 100$$

3.2.2.2 DIMENSIÓN 2: OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS

Pérez (2019) nos dice que “es una estrategia para mejorar o aprovechar los recursos disponibles para la ejecución de cierta actividad puede ser de carácter de finanzas, materiales, tiempo, mano de obra por lo que tiene mayor beneficio y menor costo” (p. 46).

INDICADOR 2: EFICIENCIA

Mediante el concepto que brinda Breval (2017) nos dice que “la eficiencia está asociada con la aplicación de los recursos por lo que se desempeña en la unidad interna estudiada” (p. 269).

Fórmula:

$$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{RESULTADOS}}{\text{RECURSOS}} * 100$$

$$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{TIEMPO REAL DE SOSTENIMIENTO (h)}}{\text{TIEMPO TOTAL DE SOSTENIMIENTO (h)}} * 100$$

Tabla 1. Matriz de Operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA	ESCALA DE INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE Ingeniería de métodos	“es una técnica de diseño y desarrollo para incrementar la producción estandarizando el tiempo y minimizando los costos,” (Guzmán et al, 2018, p.25).	Herramientas de ingeniería para la obtención resultados, mejor de procesos, minimización de costos e incremento de la productividad.	Estudio de tiempos	Tiempo estándar	TS= Tiempo estándar TN= Tiempo normal $TS = TN * (1 + suplemento)$	Razón
			Estudio de movimiento	Índice de Actividad	$I.A = \frac{N^{\circ} \text{ de act. que agragan valor}}{\text{Actividades totales}}$	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE Productividad	“es la que participa en la obtención de un producto de una organización, en ello destacan herramientas, maquinaria, operario, donde se encarga de transformar a un producto para determinados fines” (Baque, 2018, p.18).	La valioso del cumplimiento de metas se descubre mediante la eficacia donde el resultado y lo planeado van a dar a conocer el resultado. Es necesario la optimización de un recurso ya que se expresa en los medios técnicos, productivo y humano de los que va a depender en el proceso productivo en donde se identificara problemas y así tomar medidas para mejorar y el bienestar de la empresa.	Cumplimiento de metas	Eficacia	PR = Planeado Realizado TP = Total Planeado $EFICACIA = \frac{PR}{TP} * 100$	Razón
			Optimización de recursos	Eficiencia	TRS = Tiempo Real de Sostenimiento (h) TTS = Tiempo Total de Sostenimiento (h) $EFICIENCIA = \frac{TRS}{TTS} * 100$	Razón

3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1 POBLACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Niño y Mendoza (2021) quien nos menciona que “la población es la cantidad N que se puede hacer selección para poder separar la muestra” (p.136). Así también Ríos (2017) nos describe que población es “un conjunto o la cantidad total de ciertos elementos, objetos, casos que se va a investigar, están determinadas por las características que tienen” (p. 89). La población que se evaluará en el proyecto de tesis será la data o registro que se encuentra en una base de datos de los tiempos de sostenimientos en la corona y hastiales en interior mina.

3.3.2 MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

Navarro (2017) nos dice que “la muestra es la probabilidad en el cual se usa para calcular los resultados obtenidos ya que representará la población” (p. 236). es por ello que Arias (2016) nos menciona que “muestra es un representativo subconjunto para poseer un seguimiento finito quitado de la población” (p. 83). En mi proyecto de investigación la muestra es optada por conveniencia esto quiere decir que es no probabilístico, en el cual se hará 18 cálculos para el tiempo estándar y el índice de actividad.

3.3.3 MUESTREO DE LA INVESTIGACIÓN

En este método Hernández y Carpio (2019) nos menciona que “el muestreo por conveniencia busca conseguir muestras que sean representativas cumpliendo con interés del investigador” (p.78). En mi investigación el muestreo es por conveniencia y no aleatorio ya que va acorde a las unidades establecidas a la población, los 18 cálculos obtenidos se harán en un lapso de 30 días, en tal sentido no se usará el muestreo.

Unidad de análisis, evaluada diariamente a través de mis indicadores.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Ríos (2017) nos menciona que “las técnicas interpretan lo abstracto de la recolección de los datos es así que se determina el instrumento que se empleará, se debe definir de una manera concreta” (p. 101). En la ejecución de mis datos serán analizados todos los registros a medir en el antes siendo el pre-test, cabe resaltar que el análisis se hará a mi variable independiente ingeniería de métodos y está será dimensionada o medida con las dimensiones evaluadas por día. En mi recolección de datos se utilizará la observación, fichas bibliográficas, formatos de recolección de datos y contrastación de instrumentos de medición y el cronómetro como herramienta de medición.

3.4.1 OBSERVACIÓN

Niño (2019) nos dice que “la observación debe ser preparada anticipadamente, de una manera estructurada, esto refiere a tener un plan de observación que vaya de acuerdo con la investigación mediante cronogramas” (p. 97). Se va a utilizar la observación ya que se tiene que participar e involucrar en el hecho que se va a percibir, de tal modo que se inspeccionará las actividades o procesos del antes y después de implementar los métodos de ingeniería.

3.4.2 FICHAS BIBLIOGRÁFICAS

Ñaupas et al (2018) nos menciona que “las fichas bibliográficas sirven para recopilar información de revistas, libros y periódicos, están pueden ser textuales, comentario, paráfrasis, resumen o mixtas” (p. 313). Por ello en mi investigación se utilizarán fichas textuales para anotar informaciones, datos que se encuentran en fuentes como libros, artículos, tesis y otras fuentes confiables.

3.4.3 FORMATOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Niño (2019) nos expresa que “la técnica de recolección de datos son medios o procedimientos que se asigna para extraer datos en una investigación” (p.160). El

formato para la recolección de los datos en mi investigación es creado con el fin de hacer cálculos de mis indicadores siendo estas analizadas en el pre-test y pos-test identificados en 2 meses equivalente a 12 semanas.

3.4.4 CONTRASTACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Hernández y Duana (2020) expresa que “proporcionan mayor profundidad en las respuestas con una mayor profundidad estableciendo tolerancias según un alcance o rango” (p. 52). En mi investigación la verificación se determinará y se comprobará la exactitud del instrumento en el cual permanecerá en un rango aceptable.

La confiabilidad quien Ramírez y Calles (2021) nos dice que “se expone a los medios de encontrar resultados parecidos si el estudio se replicara en otro ambiente o contexto asegurando con técnicas de análisis y mediante entrenamiento” (p. 9). Es decir, los formatos de recolección de datos estarán firmados por mi jefe inmediato y por mí persona, por otro lado, llevara el proceso de estudio de tiempos.

Por consiguiente, la **validez**, quien Ñaupas et al (2018) nos dice que “indica el grado de correspondencia entre resultados y los conceptos de teoría basándose en los temas que se desea ejecutar o medir” (p. 277). Es por ello que la validez de mis datos será revisada por ingenieros investigadores en el cual validarán mi matriz de operatividad de mis variables para validar las hipótesis a través de los indicadores.

3.5. PROCEDIMIENTOS

En el proyecto de investigación se estimará el valor de la ingeniería de métodos, se va a realizar un diagrama de flujo estándar del proceso de producción, una inspección, mejoras continuas y mantener la implementación de métodos, se estimará cada indicador de la variable independiente. La finalidad es implementar los métodos para mejorar y que la empresa pueda crecer y satisfacer la necesidad de sus clientes. Es por ello que de las 8 etapas de la ingeniería de métodos se expresara con 5 etapas importantes y convenientes.

Paso 1: Seleccionar

Se realizará un mapeo a través de un de Ishikawa del ciclo de sostenimiento que se encuentra en las operaciones de la empresa, es decir estará el ciclo del proceso productivo, por otro lado, se hará un Pareto específicamente de sostenimiento para poder percibir la causas y la consecuencia.

Paso 2: Registrar

Es aquí donde se va a recolectar datos, como tiempos en sostenimiento, esperas, actividades innecesarias, entre otros, esto estará especificado a través de un formato donde detalla cada proceso.

Paso 3: Examinar

Se analizará los datos y se tendrá los resultados donde se podrá percibir como está la eficacia y la eficiencia.

Paso 4: Evaluar

Según lo examinado se planteará innovar o implementar un nuevo equipo, personal, reasignación de actividades, entre otros, según sea conveniente con el análisis, cabe resaltar que actualmente en el área de sostenimiento el equipo boltec y bolter señalando que ambos hacen la misma función, se hará un análisis en el cual beneficie optimizando el proceso y minimizando costos para aumentar ganancias.

Paso 5: Controlar

Se verificará constantemente lo planteado y se verá los resultados a través de cálculos respectivos como la eficiencia y la eficacia.

3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Peña (2017) nos dice que “el análisis de los datos mantiene distintas operaciones en el cual deberá mantener o tener un programa y una periodicidad en el control de datos permanentes” (p. 30). Por consiguiente, se efectuará lo siguiente:

- 1.- Especificar y explicar las mejoras realizadas en la organización.

2.- Estadística descriptiva de los indicadores VI y VD. Con el uso de Excel o SPSS.

3.- Validación de las hipótesis:

- a) Prueba de Normalidad (paramétricos o No paramétricos) con Shapiro Wilk o Kolgomorov smirnov con el programa spss
- b) Contrastación de las hipótesis por comparación de Medias: con T-Student o Wilcoxon con el programa spss y con los resultados obtenidos interpretamos los resultados y las conclusiones de la investigación.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

El proyecto de investigación se ejecuta en una Compañía Minera, de tal manera que la organización autoriza la revelación de su nombre, por otro lado, accede a que se realice la ejecución de la investigación, los datos conseguidos son obtenidos por el área de costos y productividad (BI) según al avance de las actividades que se destacan siendo monitoreados bajo la supervisión del encargado del área. La investigación se pasará por Turnitin para maximizar la confiabilidad puesto a que se tendrá un patrocinio por parte de expertos.

3.8. EXCEPCIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se hará específicamente en el área de costos y productividad del Proyecto minero El Porvenir en Cerro de Pasco ya que también se tiene proyectos en diferentes lugares del país como también fuera del país.

IV. RESULTADOS

4.1 SITUACIÓN INICIAL

4.1.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

DESCRIPCIÓN DEL SECTOR

La intervención del sector minero en el PBI es 8.7%, la minería aporta en percepción y recaudación en el cual es más que proporcional a su realización, a nivel mundial la participación de la minería va creciendo ya que es una de las economías de más rápido crecimiento en. Es por ello que se entiende que el Producto Bruto Interno (PBI) minero metálico, según cifras estimadas por el BCR, tenga un crecimiento de 5.9% en el 2022 y de 8.4% en el 2023.

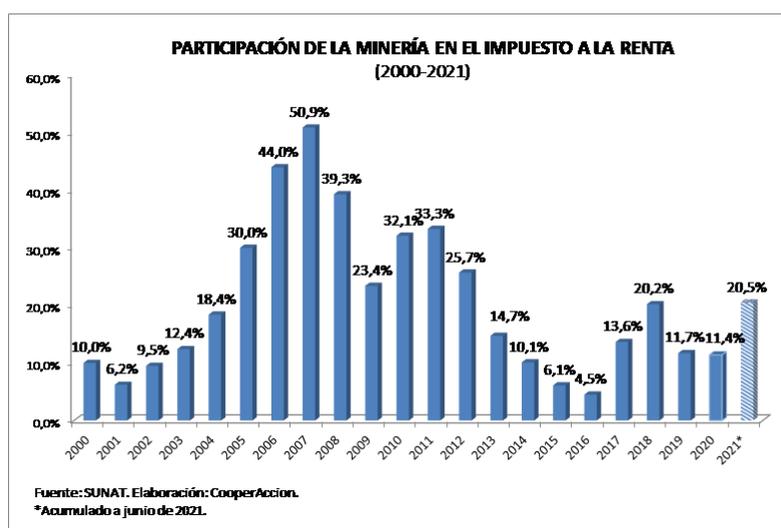


Figura 4. Participación de la Minería

Fuente: SUNAT elaborado por CooperAccion

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

La Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., es la organización en Perú en el cual se consagra a la explotación de yacimientos mineros, negociaciones de minerales y a las adquisiciones de concesión mineras, de terreno y agua, está congregado en la operación de planta, localizada en el distrito de San Francisco de

Asís de Yarusyacán y Yanacancha, provincia de Pasco. La minera El Porvenir fue creado en el año 1936 y sus exportaciones de plomo son destinadas principalmente a Corea del Sur. Es una empresa global que forma parte de Votorantim, comenzó en el mercado de metales no ferrosos como companhia Mineira de Metais y hoy es uno de las empresas mayores del mundo y líder en América Latina.

PERPECTIVAS DE CRECIMIENTO

Liderazgo: Las gerencias de las unidades mineras, han establecido que los fundamentos de liderazgo y compromiso de SGSSO que involucra la gestión de riesgos en toda la unidad estas están comprometidas a proveer y mantener un ambiente de trabajo seguro y saludable en concordancia con las mejores prácticas mundiales y el cumplimiento de los requisitos legales vigentes.

MAPA DE OPERACIONES



Figura 5. Operaciones en Nexa

Fuente: Nexa Resources



Figura 6. Desempeño de Nexa

Fuente: Nexa Resources

ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

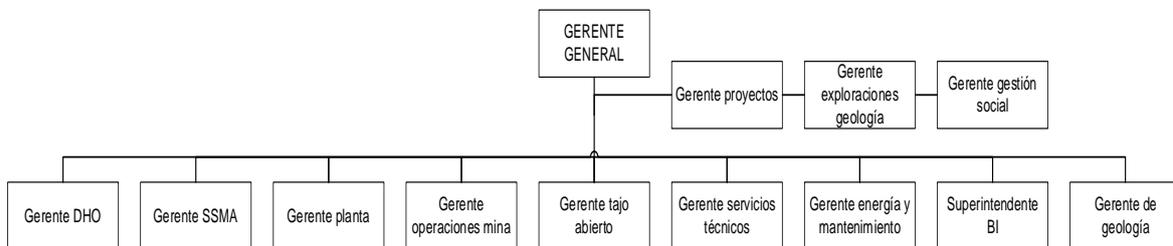


Figura 7. Organización Complejo Pasco

Fuente: Nexa Resources

4.1.2 PROBLEMÁTICA

La empresa tiene dificultades en ciertos aspectos, es por ello que se expresara mediante un diagrama de Ishikawa y un diagrama de Pareto.

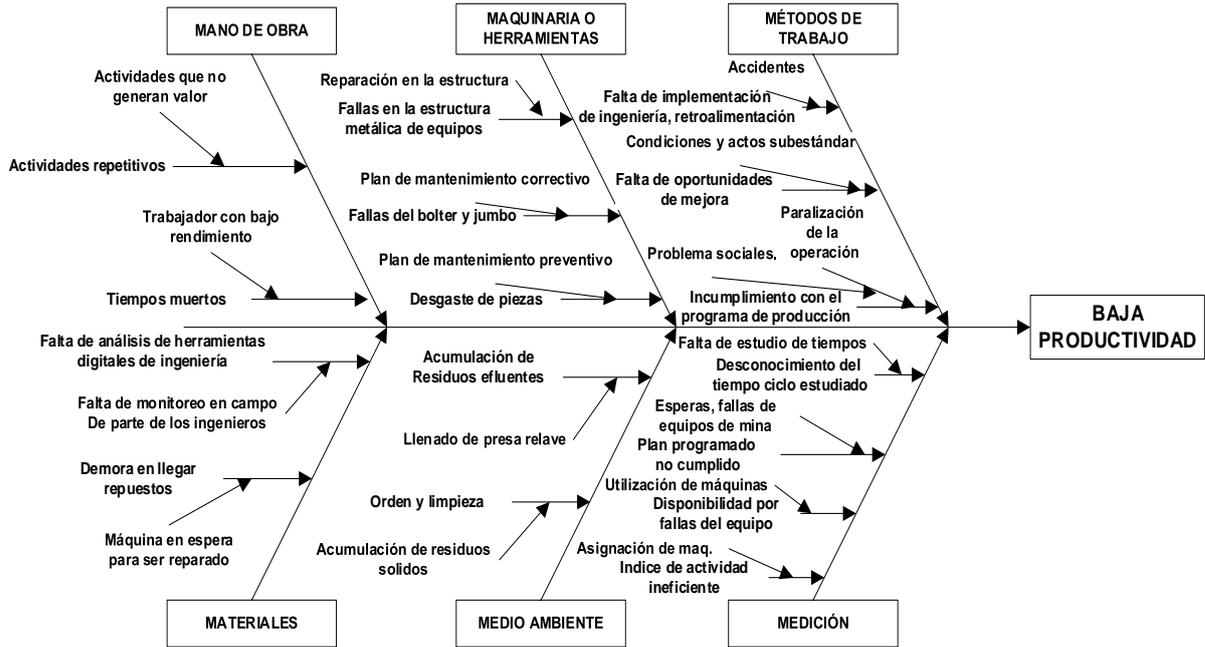


Figura 8. Diagrama de Ishikawa

Se presenta la matriz para poder identificar las incidencias en el cual ayudara a identificar el problema y poder elaborar un Pareto:

Tabla 2. Matriz de Vester

CAUSAS		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	INCIDENCIAS
A	Actividades que no generan valor (actividades repetitivas)	0	2	1	1	1	0	0	1	2	3	2	3	0	32
B	Tiempos muertos (rendimiento de trabajador y maquinaria)	2	0	2	2	3	0	1	3	2	3	1	1	1	42
C	Fallas en la estructura de equipos	1	2	0	2	1	1	2	1	2	1	1	0	1	30
D	Desgaste de piezas de máquinas	1	2	2	0	2	0	0	3	0	3	2	1	2	36
E	Equipos con fallas mecánicas (Bolter y jumbo)	1	3	1	2	0	0	3	3	0	3	1	1	2	40
F	Accidentes (Falta de implementación de ingeniería)	0	0	1	0	0	0	2	3	1	3	0	0	1	22
G	Falta de oportunidades de mejora	0	1	2	0	3	2	0	2	2	3	2	1	1	38
H	Incumplimiento con el programa de producción	1	3	1	3	3	3	2	0	3	3	3	3	3	62
I	Desconocimiento de tiempo ciclo (estudio de tiempos)	2	2	2	0	0	1	2	3	0	3	0	3	0	36
J	Disponibilidad de equipos por fallas	3	3	1	3	3	3	3	3	3	0	3	2	1	62
K	Índice de actividad ineficiente	2	1	1	2	1	0	2	3	0	3	0	3	2	40
L	Falta de monitoreo en campo	3	1	0	1	1	0	1	3	3	2	3	0	1	38
M	Demora en llegar repuestos	0	1	1	2	2	1	1	3	0	1	2	1	0	30

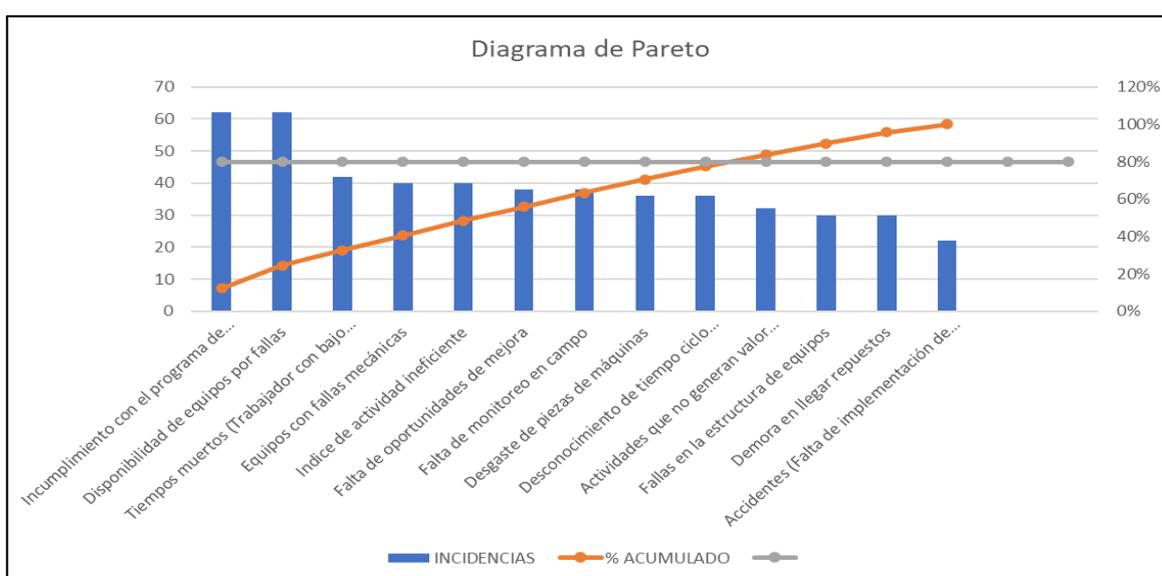
A continuación, se muestra las incidencias más fuertes por lo que a continuación se puede percibir:

Tabla 3. Pareto de las operaciones del proyecto

CAUSAS	INCIDENCIAS	SUMA ACUMULADA	% INDIVIDUAL	% ACUMULADO
Incumplimiento con el programa de producción	62	62	12%	12%
Disponibilidad de equipos por fallas	62	124	12%	24%
Tiempos muertos (Trabajador con bajo rendimiento)	42	166	8%	33%
Equipos con fallas mecánicas	40	206	8%	41%
Índice de actividad ineficiente	40	246	8%	48%
Falta de oportunidades de mejora	38	284	7%	56%
Falta de monitoreo en campo	38	322	7%	63%
Desgaste de piezas de máquinas	36	358	7%	70%
Desconocimiento de tiempo ciclo (estudio de tiempos)	36	394	7%	78%
Actividades que no generan valor (actividades repetitivas)	32	426	6%	84%
Fallas en la estructura de equipos	30	456	6%	90%
Demora en llegar repuestos	30	486	6%	96%
Accidentes (Falta de implementación de ingeniería)	22	508	4%	100%
TOTAL:	508		100%	

Se puede expresar en el gráfico que hay mayor incumplimiento de metas debido a la disponibilidad de equipos por fallas es por ello que se expresa a continuación:

Tabla 4. Diagrama de Pareto



4.1.3 INDICADORES INICIALES

VARIABLE INDEPENDIENTE: ING. DE MÉTODOS

INDICADOR 1: Tiempo Estándar

A continuación, se presenta los tiempos observados de la operación que hace el equipo ya que tiene como función sostener el techo de la mina llamado corona y las esquinas de la mina llamado hastiales, ya teniendo los datos se podrá hacer los respectivos cálculos en el área de sostenimiento.

Tabla 5. Tiempo Observado 1 pre-test

Tiempo de perforación (min)	Tiempo de split set (min)	Tiempo de traslado (min)	Tiempo efectivo de sostenimiento (min)
00:02:45	00:01:08	00:01:31	00:05:24
00:01:06	00:00:52	00:00:13	00:02:11
00:01:05	00:00:23	00:01:49	00:03:17
00:01:43	00:00:54	00:00:10	00:02:47
00:01:41	00:00:34	00:00:54	00:03:09
00:01:13	00:00:27	00:00:31	00:02:11
00:02:05	00:00:59	00:01:02	00:04:06
00:01:03	00:00:34	00:00:26	00:02:03
00:02:48	00:00:37	00:02:50	00:06:15
00:02:53	00:01:10	00:01:33	00:05:36
00:02:05	00:00:35	00:00:27	00:03:07
00:01:35	00:00:37	00:00:25	00:02:37
00:01:33	00:00:36	00:00:32	00:02:41
00:01:45	00:01:39	00:00:50	00:04:14
00:02:31	00:01:12	00:00:17	00:04:00
00:02:51	00:01:30	00:00:23	00:04:44
00:01:35	00:00:47	00:06:08	00:08:30
00:01:18	00:00:37	00:00:45	00:02:40
00:00:11	00:00:18	00:01:12	00:01:41
00:01:25	00:00:37	00:00:45	00:02:47
00:02:12	00:00:24	00:00:09	00:02:45
00:01:37	00:00:29	00:00:13	00:02:19
00:01:48	00:00:12	00:01:16	00:03:16
00:01:57	00:00:47	00:00:56	00:03:40
00:01:46	00:00:27	00:00:11	00:02:24
00:01:23	00:00:23	00:00:26	00:02:12
00:01:40	00:00:20	00:00:18	00:02:18
00:01:28	00:00:19	00:00:17	00:02:04
00:02:03	00:00:19	00:00:16	00:02:38
00:01:44	00:00:26	00:00:19	00:02:29
00:01:29	00:00:21	00:00:15	00:02:05
00:01:48	00:00:51	00:00:22	00:03:01
00:01:47	00:00:40	00:01:08	00:03:35
00:02:40	00:00:34	00:01:27	00:04:41
00:01:44	00:00:37	00:01:29	00:03:50
00:01:26	00:00:30	00:01:11	00:03:07
00:01:25	00:00:24	00:00:47	00:02:36
00:01:32	00:00:29	00:00:19	00:02:20
00:01:17	00:00:20	00:00:30	00:02:07
00:01:55	00:00:19	00:00:59	00:03:13
00:01:53	00:00:40	00:00:32	00:03:05

Tabla 6. Tiempo observado 2 pre-test

Tiempo de perforación (min)	Tiempo de split set (min)	Tiempo de traslado (min)	Tiempo efectivo de sostenimiento (min)
00:01:34	00:01:00	00:00:24	00:02:58
00:01:50	00:00:37	00:00:20	00:02:47
00:01:38	00:00:15	00:00:42	00:02:35
00:01:15	00:00:57	00:00:45	00:02:57
00:01:34	00:00:41	00:00:47	00:03:02
00:01:24	00:00:51	00:00:41	00:02:56
00:01:34	00:00:24	00:00:19	00:02:17
00:01:39	00:00:29	00:00:19	00:02:27
00:01:59	00:01:17	00:00:15	00:03:31
00:01:53	00:00:51	00:00:25	00:03:09
00:01:31	00:01:07	00:01:06	00:03:44
00:01:29	00:00:36	00:01:18	00:03:23
00:01:43	00:00:52	00:02:33	00:05:08
00:01:53	00:00:21	00:01:10	00:03:24
00:01:21	00:00:16	00:01:44	00:03:21
00:01:34	00:01:05	00:01:05	00:03:44
00:01:28	00:00:17	00:00:41	00:02:26
00:01:32	00:00:37	00:00:24	00:02:33
00:01:45	00:00:35	00:01:08	00:03:28
00:01:37	00:01:09	00:00:29	00:03:15
00:01:48	00:00:58	00:01:46	00:04:32
00:01:55	00:00:36	00:00:55	00:03:26
00:01:31	00:00:16	00:00:32	00:02:19
00:01:01	00:00:37	00:00:00	00:01:38
00:01:08	00:00:27	00:00:11	00:01:46
00:01:10	00:00:40	00:00:26	00:02:16
00:01:07	00:00:20	00:00:23	00:01:50
00:01:15	00:00:26	00:00:16	00:01:57
00:01:12	00:00:28	00:00:25	00:02:05
00:01:25	00:00:18	00:00:43	00:02:26
00:01:09	00:00:27	00:01:24	00:03:00
00:01:25	00:00:41	00:00:58	00:03:04
00:01:09	00:00:14	00:02:44	00:04:07
00:01:12	00:00:14	00:00:35	00:02:01
00:01:09	00:00:23	00:01:07	00:02:39
00:01:11	00:00:22	00:00:19	00:01:52
00:01:07	00:00:24	00:00:21	00:01:52
00:01:06	00:00:25	00:00:20	00:01:51
00:01:09	00:00:26	00:01:02	00:02:37
00:01:14	00:00:26	00:01:27	00:03:07
00:01:15	00:00:31	00:00:59	00:02:45
00:01:18	00:00:25	00:01:01	00:02:44

Tabla 7. Tiempo Estándar pre-test

T. Ciclo (min)	Valoración	T. Normal (min)	T. Suplementario	T. Estándar (min)
2.72	0.95	2.58	0.1	2.84

Interpretación: El tiempo estándar que expresa los cálculos es un tiempo de 2.84 minutos por puesta de taladro split set a la hora de sostener los hastiales y la corona de la mina.

INDICADOR 2: Índice de actividad

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS (DAP)						Tipo	Simbolo	Cantidad					
Datos						Operación	●	1					
Proceso: Sostenimiento con mallas de sacrificio						Inspección	■	1					
Método: Pre test						Transporte	➔	0					
Elaborado por: Rojas Lopez Fran Jerson						Demora	◐	3					
Área: Avances						Almacén	▲	0					
Fecha: 1/10/2022						TOTAL DE ACTIVIDAD			5				
Operación	N°	Actividad	Tiempo inicio (Horas)	Tiempo final (Horas)	Tiempo total (Horas)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Valor		
						●	➔	■	◐	▲	Sí	No	
S O S T E N I M I E N T O	1	Control de tiempo ciclo de sostenimiento	13:38	16:06	02:28	●						x	
	2	Equipo presenta fallas mientras perforaba	14:24	14:26	00:02								x
	3	Equipo presenta fallas mientras perforaba y se inspecciona	14:40	14:50	00:10			■				x	
	4	Equipo presenta fallas mientras perforaba	14:55	15:00	00:05								x
	5	Equipo presenta fallas mientras perforaba	15:22	15:36	00:14								x
Total:					02:59	1	0	1	3	0	2	3	

Figura 9. DAP Sostenimiento 1 pre-test

Interpretación: Se puede ver que en la actividad 1 se hace el control de tiempo al equipo, cabe resaltar que a partir de la segunda actividad empieza a presentar fallas, se inspecciona el equipo.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS (DAP)						Tipo	Simbolo	Cantidad					
Datos						Operación	●	2					
Proceso: Sostenimiento con mallas de sacrificio						Inspección	■	2					
Método: Pre test						Transporte	➔	6					
Elaborado por: Rojas Lopez Fran Jerson						Demora	◐	6					
Área: Avances						Almacén	▲	0					
Fecha: 2/10/2022						TOTAL DE ACTIVIDAD		16					
Operación	Nº	Actividad	Tiempo inicio (Horas)	Tiempo final (Horas)	Tiempo total (Horas)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Valor		
						●	➔	■	◐	▲	Sí	No	
S O S T E N I M I E N T O	1	Supervisores y encargados manifiestan sus avances(reportes)	06:50	07:20	00:30							X	
	2	Se camina hacia la jaula para bajar a 1170	07:20	07:25	00:05		●						X
	3	Se espera al timbrero para bajar a nv 1170	07:25	08:06	00:41								X
	4	Se camina hasta el punto donde se encuentra la camioneta	08:06	08:14	00:08		●						X
	5	Se espera a la camioneta	08:14	08:20	00:06								X
	6	Traslado hacia la bodega del contratista	08:20	08:25	00:05		●						X
	7	Liberación de IPERC y liberación de OT	08:27	08:50	00:23								X
	8	Movilización a la labor Rampa 746 Nv 3035	09:00	09:05	00:05		●						X
	9	Mecánico inspecciona Bolter	09:05	09:20	00:15		●						X
	10	Bolter sin funcionamiento	09:20	12:38	03:18								X
	11	Almuerzo de operario y ayudante	12:38	13:00	00:22								X
	12	Transporte para volver a labor	13:00	13:10	00:10			●					X
	13	Cambio de broca y barra	13:10	13:15	00:05		●						X
	14	Bolter en funcionamiento	13:15	14:27	01:12								X
	15	Se malogra la broca, Bolter inoperativo	14:27	15:52	01:25								X
	16	Maquina apagado, inoperativo	16:00	16:36	00:36								X
Total:					09:26	2	6	2	6		6	10	

Figura 10. DAP Sostenimiento 2 pre-test

Interpretación: En la actividad 1 los supervisores y encargados coordinan y manifiestan los avances, el en punto 2 se camina hacia la jaula para bajar al nivel donde se encuentra la labor, luego se camina hacia donde la camioneta para transportarnos luego se moviliza hacia la bodega donde se hace una pequeña reunión y se libera los IPERC Y Orden de Trabajo y Checklist de los trabajadores y la máquina para poder empezar con las actividades.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS (DAP)						Tipo	Simbolo	Cantidad					
Datos						Operación	●	6					
Proceso: Sostenimiento con mallas de sacrificio						Inspección	■	2					
Método: Pre test						Transporte	➔	5					
Elaborado por: Rojas Lopez Fran Jerson						Demora	◐	4					
Área: Avances						Almacén	▲	0					
Fecha: 18/10/2022						TOTAL DE ACTIVIDAD			17				
Operación	N°	Actividad	Tiempo inicio (Horas)	Tiempo final (Horas)	Tiempo total (Horas)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Valor		
						●	➔	■	◐	▲	Sí	No	
S O S T E N I M I E N T O	1	Reparto de guardia con los encargados de lesa	06:55	07:18	00:23	●						x	
	2	Se espera a timbrero	07:18	07:47	00:29					●			x
	3	Se baja con la jaula 1170	07:47	07:56	00:09		●					x	
	4	Se espera camioneta	07:56	08:31	00:35					●			x
	5	Se moviliza con camioneta hacia la bodega	08:31	08:40	00:09		●					x	
	6	Liberación de IPERC y OT	08:40	09:10	00:30				●			x	
	7	Se espera y llega bolter	09:10	09:29	00:19		●						x
	8	Se instala bolter	09:29	09:41	00:12	●						x	
	9	Se hecha agua a las rocas por exceso de polvo	09:41	09:50	00:09	●						x	
	10	Se inspecciona equipo	09:50	09:52	00:02				●			x	
	11	Se corta malla de sacrificio	09:52	09:57	00:05	●						x	
	12	Bolter en funcionamiento y se culmina lo programado	09:57	12:53	02:56	●						x	
	13	Se desinstala equipo	12:53	12:55	00:02	●						x	
	14	se traslada con camioneta y se llega al comedor	12:55	13:15	00:20		●						x
	15	Almuerzo	13:15	13:47	00:32					●			x
	16	Nos trasladamos al lugar sostenido	13:47	14:00	00:13		●						x
	17	Se espera Jumbo	14:00	15:30	01:30					●			x
Total:					08:35	6	5	2	4	0	10	7	

Figura 11. DAP Sostenimiento 3 pre-test

Interpretación: Del mismo modo se hace el reparto de guardia al inicio del día, luego se espera al timbreo, se baja a la jaula, se espera la camioneta para movilizarnos, se llega a la bodega del contratista, se libera herramientas de gestión, se espera al equipo se inspecciona y se empieza con las actividades, luego se almuerza y nuevamente se traslada al área donde le toca sostener al equipo.

Tabla 8. Índice de actividad

Análisis del valor agregado de los procesos	ACTIVIDAD	Cantidad	Porcentaje
$I.A = \frac{N^{\circ} \text{ de act. que agragan valor}}{\text{Actividades totales}}$	Agregan valor	18	47%
	No agregan valor	20	53%
	Indice de Actividad	47.37%	

Interpretación: Se puede ver que el índice de actividad de los 18 días tiene como valor agregado un 47% y como actividad que no agrega valor se tuvo un porcentaje de 53%.

INDICADOR 1: Eficacia

Tabla 9. Eficacia diaria

FECHA	PRODUCCION DIARIO (UND)	PRODUCCIÓN PLANEADO (UND)	EFICACIA
1/10/2022	24	80	30.00%
2/10/2022	29	80	36.25%
3/10/2022	14	80	17.50%
4/10/2022	45	80	56.25%
5/10/2022	31	80	38.75%
6/10/2022	46	80	57.50%
7/10/2022	31	80	38.75%
8/10/2022	10	80	12.50%
9/10/2022	25	80	31.25%
10/10/2022	45	80	56.25%
11/10/2022	50	80	62.50%
12/10/2022	21	80	26.25%
13/10/2022	13	80	16.25%
14/10/2022	35	80	43.75%
15/10/2022	34	80	42.50%
16/10/2022	42	80	52.50%
17/10/2022	56	80	70.00%
18/10/2022	50	80	62.50%

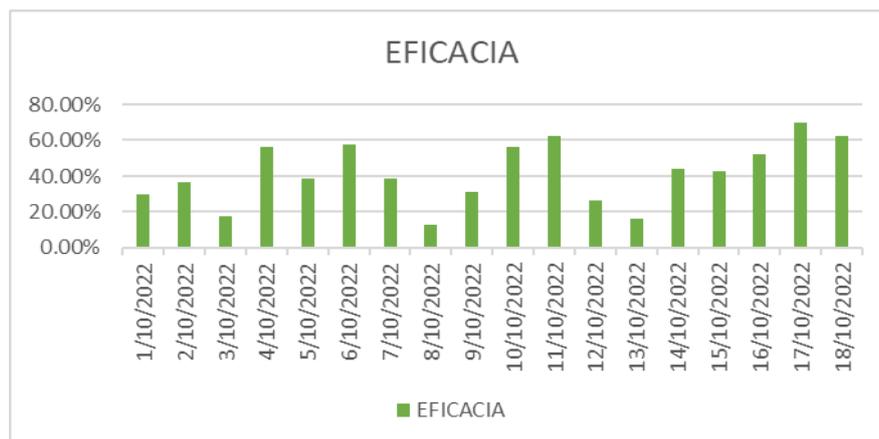


Figura 1. Diagrama de eficacia

Interpretación: El resultado de la tabla nos muestra que la eficacia diaria de avance en sostenimiento y la eficacia en el cual nos expresa que el día 1 se tuvo una eficacia de 30% donde se hizo el sostenimiento con 24 split set, el día 2 se tuvo una eficacia de 36.25% donde se hizo el sostenimiento con 29 split set, el día 3 se tuvo una eficacia de 17.50% donde se hizo el sostenimiento con 14 split set, el día 4 se tuvo una eficacia de 56.25% donde se hizo el sostenimiento con 45 split set, el día 5 se tuvo una eficacia de 38.75% donde se hizo el sostenimiento con 31 split set, el día 6 se tuvo una eficacia de 57.50% donde se hizo el sostenimiento con 46 split set, el día 7 se tuvo una eficacia de 38.75% donde se hizo el sostenimiento con 31 split set, el día 8 se tuvo una eficacia de 12.50% donde se hizo el sostenimiento con 10 split set, el día 9 se tuvo una eficacia de 31.25% donde se hizo el sostenimiento con 25 split set, el día 10 se tuvo una eficacia de 56.25% donde se hizo el sostenimiento con 45 split set, el día 11 se tuvo una eficacia de 62.50% donde se hizo el sostenimiento con 50 split set, el día 12 se tuvo una eficacia de 26.25% donde se hizo el sostenimiento con 21 split set, el día 13 se tuvo una eficacia de 16.25% donde se hizo el sostenimiento con 13 split set, el día 14 se tuvo una eficacia de 43.75% donde se hizo el sostenimiento con 35 split set, el día 15 se tuvo una eficacia de 42.50% donde se hizo el sostenimiento con 34 split set, el día 16 se tuvo una eficacia de 52.50% donde se hizo el sostenimiento con 42 split set, el día 17 se tuvo una eficacia de 70% donde se hizo el sostenimiento con 56 split set, el día 18 se tuvo una eficacia de 62.50% donde se hizo el sostenimiento con 50 split set.

INDICADOR 2: Eficiencia

Tabla 10. Eficiencia de equipo

FECHA	TIEMPO REAL DE SOSTENIMIENTO (HRS)	TIEMPO TOTAL DE SOSTENIMIENTO (HRS)	EFICIENCIA
1/10/2022	1.50	12	12.50%
2/10/2022	2.15	12	17.92%
3/10/2022	1.20	12	10.00%
4/10/2022	2.81	12	23.42%
5/10/2022	2.94	12	24.50%
6/10/2022	2.67	12	22.25%
7/10/2022	2.75	12	22.92%
8/10/2022	0.97	12	8.06%
9/10/2022	1.80	12	15.00%
10/10/2022	2.85	12	23.75%
11/10/2022	3.81	12	31.75%
12/10/2022	1.31	12	10.92%
13/10/2022	1.10	12	9.17%
14/10/2022	2.90	12	24.17%
15/10/2022	2.86	12	23.83%
16/10/2022	3.87	12	32.25%
17/10/2022	4.56	12	38.00%
18/10/2022	4.30	12	35.83%



Figura 1. Diagrama de eficiencia

Interpretación: El resultado de la eficiencia del equipo en el pre-test nos describe que en el primer día se tuvo un 12.50% por lo que solamente se trabajó 1.5 horas, de la misma forma el día 2 fue de 17.92% con un tiempo de 2.15 horas, el día 3 un 10% con un tiempo de 1.2 horas, el día 4 se tuvo un 23.42% con un tiempo de 2.81 horas, del mismo modo en el día 5 se tuvo un 24.50% con un tiempo de 2.94 horas, el día 6 se tuvo un 22.25% con un tiempo de 2.67 horas, el día 7 se tuvo un 22.92% con un tiempo de 2.75 horas, e día 8 se tuvo un 8.06% con un tiempo de 0.97 horas, el día 9 se tuvo un 15.00% con un tiempo de 1.8 horas, el día 10 se tuvo un 23.75% con un tiempo de 2.85 horas, el día 11 se tuvo un 31.75% con un tiempo 3.81 horas, el día 12 se tuvo un 10.92% con un tiempo de 1.31 horas, el día 13 se tuvo un 9.17% con un tiempo de 1.1 horas, el día 14 se tuvo un 24.17% con un tiempo de 2.9 horas, el día 15 se tuvo un 23.83% con un tiempo de 2.86 horas, el día 16 se tuvo un 32.25% con un tiempo de 3.87 horas, el día 17 se tuvo una eficiencia de 38.00% con un tiempo de 4.56 horas y el día 18 se tuvo un 35.83% con un tiempo de 4.3 horas.

4.2 IMPLEMENTACIÓN

Flujograma de ciclo interior mina

Primeramente, se describe el ciclo de la mina o el proceso completo en el cual inicia con la perforación utilizando el equipo jumbo, este consiste en agujerear la roca a una profundidad de 16 pies para poder pasar al carguío y voladura, donde se utiliza productos químicos con la máquina anfo loader para la respectiva voladura, después de ello se pasa a la limpieza o carguío de mineral o desmonte con el equipo Scoop y damper, por otro lado pasa por el desate como último proceso se usa la maquina bolter o boltec, ambos cumplen la misma función, se perfora el techo o corona de la mina y las esquinas o hastiales con un perno llamado split set de 7 u 8 pies juntamente con una malla de sacrificio sosteniendo todo el lugar para pasar nuevamente a la perforación.

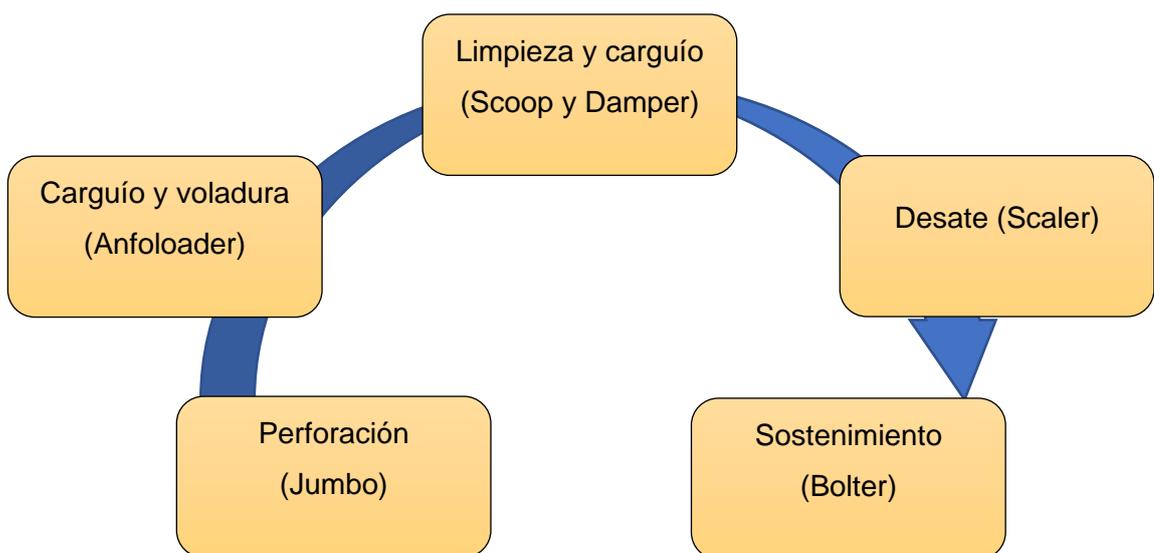


Figura 2. Ciclo de la operación

Fuente: Nexa Resources

Cronograma de mantenimiento preventivo

Antes de implementar el cronograma de mantenimiento preventivo solamente se hacía mantenimiento correctivo a las máquinas por temas de que estás máquinas eran enviadas a otras labores en el día del mantenimiento preventivo en el cual se

esperaba que se malogre para poder repararlo, generando cuello de botella y que la máquina este inoperativo incumpliendo el plan programado diario, por otro lado, se hace una el mantenimiento un día entero para poder tomar los tiempos y ver la eficiencia del equipo.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
N°	MES	AÑO	SEMANAS	EQUIPO	TIPO DE MANTTO	TRABAJO A REALIZAR
1	Octubre	2022	Semana 3	Bolter	PREVENTIVO	Engrace, cambio de repuestos, verificación de sensores, limpieza de filtros, calibración y arreglo de sistema eléctrico.
2	Noviembre	2022	Semana 2	Bolter	PREVENTIVO	Engrace, cambio de repuestos, verificación de sensores, limpieza de filtros, calibración y arreglo de sistema eléctrico.
3	Noviembre	2022	Semana 4	Bolter	PREVENTIVO	Engrace, cambio de repuestos, verificación de sensores, limpieza de filtros, calibración y arreglo de sistema eléctrico.
4	Diciembre	2022	Semana 2	Bolter	PREVENTIVO	Engrace, cambio de repuestos, verificación de sensores, limpieza de filtros, calibración y arreglo de sistema eléctrico.
5	Diciembre	2022	Semana 4	Bolter	PREVENTIVO	Engrace, cambio de repuestos, verificación de sensores, limpieza de filtros, calibración y arreglo de sistema eléctrico.

Figura 3. Cronograma de mantenimiento preventivo

VARIABLE INDEPENDIENTE: ING. DE MÉTODOS

INDICADOR 1: Tiempo Estándar

Aquí se toma tiempos nuevamente para poder sacar la eficiencia en lo que concierne un tiempo estándar de 2.85 minutos por taladro o sostenimiento, se percibe que antes de la implementación la máquina presentaba fallas y quedaba inoperativo generando estancamiento en el avance de los demás procesos, y como máximo su rendimiento era de 2 horas, pero después de la implementación, el tiempo efectivo de operación de la máquina como máximo se dio hasta 6.5 horas.

Tabla 11. Tiempo Observado 1 pos-test

Tiempo de perforación (min)	Tiempo de split set (min)	Tiempo de traslado (min)	Tiempo efectivo de sostenimiento (min)
00:01:24	00:00:31	00:00:11	00:02:06
00:01:07	00:00:26	00:00:57	00:02:30
00:01:04	00:00:42	00:00:45	00:02:31
00:01:31	00:00:36	00:00:30	00:02:37
00:01:09	00:00:38	00:01:34	00:03:21
00:01:05	00:00:28	00:00:57	00:02:30
00:01:08	00:00:32	00:00:44	00:02:24
00:01:12	00:00:34	00:00:53	00:02:39
00:01:16	00:00:32	00:00:35	00:02:23
00:01:23	00:00:19	00:00:38	00:02:20
00:01:12	00:00:26	00:00:21	00:01:59
00:01:16	00:00:22	00:00:18	00:01:56
00:01:09	00:00:39	00:00:50	00:02:38
00:01:10	00:01:46	00:00:26	00:03:22
00:01:27	00:00:30	00:00:26	00:02:23
00:01:10	00:00:27	00:00:29	00:02:06
00:02:18	00:01:01	00:00:30	00:03:49
00:01:11	00:00:59	00:00:38	00:02:48
00:01:18	00:00:16	00:00:42	00:02:16
00:01:00	00:00:27	00:00:45	00:02:12
00:01:06	00:00:29	00:00:30	00:02:05
00:01:09	00:00:22	00:00:33	00:02:04
00:01:04	00:00:15	00:00:45	00:02:04
00:01:02	00:00:31	00:00:58	00:02:31
00:01:15	00:00:27	00:00:10	00:01:52
00:01:08	00:00:24	00:00:11	00:01:43
00:01:21	00:00:30	00:00:38	00:02:29
00:01:35	00:00:43	00:00:29	00:02:47
00:01:21	00:00:34	00:00:51	00:02:46
00:02:13	00:00:30	00:01:00	00:03:43
00:01:24	00:00:25	00:02:34	00:04:23
00:01:48	00:00:24	00:00:53	00:03:05
00:01:44	00:00:18	00:01:26	00:03:28
00:01:33	00:00:44	00:00:26	00:02:43
00:01:21	00:00:16	00:01:37	00:03:14
00:01:18	00:00:12	00:00:52	00:02:22
00:01:12	00:00:36	00:01:11	00:02:59
00:01:40	00:00:29	00:00:42	00:02:51
00:01:26	00:00:28	00:01:21	00:03:15
00:01:06	00:00:57	00:00:43	00:02:46
00:00:52	00:00:40	00:00:18	00:01:50
00:00:56	00:00:35	00:00:29	00:02:00

Tabla 12. *Tiempo Observado 2 pos-test*

Tiempo de perforación (min)	Tiempo de split set (min)	Tiempo de traslado (min)	Tiempo efectivo de sostenimiento (min)
00:01:14	00:00:58	00:01:00	00:03:12
00:01:01	00:00:34	00:00:15	00:01:50
00:01:31	00:00:26	00:01:50	00:03:47
00:01:24	00:00:24	00:00:37	00:02:25
00:01:21	00:00:25	00:00:55	00:02:41
00:01:14	00:00:14	00:00:29	00:01:57
00:01:02	00:00:26	00:00:30	00:01:58
00:01:14	00:00:35	00:00:54	00:02:43
00:01:53	00:00:21	00:00:49	00:03:03
00:00:52	00:01:02	00:00:36	00:02:30
00:00:55	00:00:48	00:00:19	00:02:02
00:01:07	00:00:35	00:01:16	00:02:58
00:01:16	00:00:28	00:00:20	00:02:04
00:01:36	00:00:22	00:00:28	00:02:26
00:01:20	00:00:33	00:00:25	00:02:18
00:01:17	00:00:28	00:00:25	00:02:10
00:00:54	00:00:19	00:01:02	00:02:15
00:00:57	00:00:44	00:00:46	00:02:27
00:01:11	00:01:04	00:00:24	00:02:39
00:00:58	00:00:28	00:00:48	00:02:14
00:01:14	00:00:39	00:00:40	00:02:33
00:01:01	00:01:05	00:00:45	00:02:51
00:00:54	00:00:42	00:00:54	00:02:30
00:00:56	00:00:43	00:00:16	00:01:55
00:00:54	00:00:25	00:00:26	00:01:45
00:00:58	00:00:29	00:01:10	00:02:37
00:00:54	00:00:26	00:00:35	00:01:55
00:00:55	00:00:25	00:00:23	00:01:43
00:01:06	00:00:37	00:00:18	00:02:01
00:00:58	00:00:29	00:00:11	00:01:38
00:01:00	00:00:11	00:00:35	00:01:46
00:00:55	00:00:29	00:00:18	00:01:42
00:01:08	00:00:38	00:00:52	00:02:38
00:01:00	00:00:25	00:00:57	00:02:22
00:00:57	00:01:00	00:00:48	00:02:45
00:00:56	00:00:27	00:00:53	00:02:16
00:01:04	00:00:25	00:00:24	00:01:53
00:01:08	00:00:29	00:00:38	00:02:15
00:00:56	00:01:05	00:00:40	00:02:41
00:00:52	00:00:33	00:00:43	00:02:08
00:00:55	00:00:57	00:01:11	00:03:03
00:00:56	00:00:50	00:00:30	00:02:16

Tabla 13. *Tiempo estándar post-test*

T. Ciclo (min)	Valoración	T. Normal (min)	T. Suplemen tario	T. Estandar (min)
2.72	1	2.72	0.05	2.85

Interpretación: Mediante el control de tiempos se observó el tiempo ciclo y el tiempo de cada maniobra u operación que hace el equipo, cabe resaltar que mediante el cálculo para determinar el tiempo estándar es de 2.85 minutos por Split set o pernos en el sostenimiento con mallas de sacrificio.

INDICADOR 2: Índice de actividad

Aquí se puede percibir la mejora con la implementación de asignación de actividades y cuánto tiempo como máximo debería demorar cada actividad, la implementación se dio con el estudio de movimientos para poder asignar de la siguiente manera, actividad 1 reunión de avances y reportes con una duración de 6:30 a.m hasta 7:00 a.m, actividad 2 movilizarse a jaula de 7:00 a.m hasta 7:05 a.m, actividad 3 esperar a timbreo para bajar con jaula de 7:05 a.m hasta 7:10 a.m, actividad 4 bajar a labor de 7:10 a.m hasta 7:20 a.m, actividad 5 caminar hacia el punto donde se encuentra la camioneta de 7:20 a.m hasta 7:25 a.m, actividad 6 esperar la camioneta de 7:25 a.m hasta 7:30 a.m, actividad 7 trasladarse con camioneta hacia bodega de 7:30 a.m hasta 7:40 a.m, actividad 8 el ingeniero libera herramientas de gestión desde 7:40 a.m hasta 7:50, actividad 9 movilización hacia la rampa desde 7:50 a.m hasta 7:55 , actividad 10 mecánico inspecciona equipo desde 7:55 a.m hasta 8:00 a.m, actividad 11 instalación de equipo desde 8:00 a.m hasta 8:10, actividad 12 el equipo empieza a operar de 8:10 a.m hasta 11:30 a.m, actividad 13 los trabajadores se movilizan para almorzar desde 11:30 a.m hasta 12:00 p.m, actividad 14 los trabajadores almuerzan desde 12:00 p.m hasta 12:45 p.m. actividad 15 se vuelve a labor con camioneta desde 12:45 p.m hasta 1:00 p.m, actividad 16 se inspecciona máquina para empezar a sostener en otro frente desde 1:00 p.m hasta 1:15 p.m, actividad 17 el bolter en funcionamiento desde 1:15 hasta

5:30 p.m, actividad 18 se termina la actividad y trabajadores se movilizan para salir de mina desde 5:30 p.m hasta 6:45 p.m.

Cronograma de actividades

Tabla 14. Cronograma de actividades diarias

N°	Actividad	Tiempo inicio (Horas)	Tiempo final (Horas)	Tiempo total (Horas)
1	Reparto de guardia con la empresa contratista.	06:30	07:00	00:30
2	Caminar hacia la jaula.	07:00	07:05	00:05
3	Esperar a timbrero para bajar a nivel asignado.	07:05	07:10	00:05
4	Bajar a labor asignada.	07:10	07:20	00:10
5	Caminar hacia el punto donde se encuentra la camioneta.	07:20	07:25	00:05
6	Esperar a camioneta para movilizarse.	07:25	07:30	00:05
7	Traslado con camioneta hacia la bodega.	07:30	07:40	00:10
8	Reparto de guardia con trabajadores, liberación de herramientas de gestión.	07:40	07:50	00:10
9	Movilizarce hacia el frente a sostener.	07:50	07:55	00:05
10	Inspección de equipo por los mecánicos.	07:55	08:00	00:05
11	Instalación de equipo.	08:00	08:10	00:10
12	Equipo en funcionamiento.	08:10	11:30	03:20
13	Movilización de personal hacia el comedor.	11:30	12:00	00:30
14	Ahora de almuerzo.	12:00	12:45	00:45
15	Se vuelve a labor con camioneta.	12:45	13:00	00:15
16	Se inspecciona equipo.	13:00	13:15	00:15
17	Bolter en funcionamiento.	13:15	17:30	04:15
18	Trabajadores de sostenimiento se alistan para salir.	17:30	18:45	01:15

DAP después de la implementación

Después de implementar y poner un estándar de tiempo a las actividades que se realiza, a través del diagrama de análisis de procesos se empieza a plasmar para ver el resultado, cabe resaltar que se percibe mejoras donde se eliminan actividades que no generan valor, las demoras en hacer reuniones con demasiado tiempo se minimizó, el tiempo de espera al timbrero también menor, esto ocasiono un resultado positivo donde se llega al frente a sostener dos horas antes de lo que se hacía, se empieza temprano y se cumple con lo programado evitando

sobretiempos donde el índice de actividad se incrementa a 15:63% en promedio donde anteriormente fue en promedio 47.37% y después de la implementación como resultado fue un 63%.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS (DAP)						Tipo	Simbolo	Cantidad					
Datos						Operación	●	3					
Proceso: Sostenimiento con mallas de sacrificio						Inspección	■	3					
Método: Pos test						Transporte	➔	8					
Elaborado por: Rojas Lopez Fran Jerson						Demora	◐	3					
Área: Avances						Almacén	▲	0					
Fecha: 22/10/2022						TOTAL DE ACTIVIDAD		17					
Operación	N°	Actividad	Tiempo inicio (Horas)	Tiempo final (Horas)	Tiempo total (Horas)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Valor		
						●	➔	■	◐	▲	Si	No	
S O S T E N I M I E N T O	1	Supervisores y encargados manifiestan sus avances(reportes)	06:35	07:04	00:29							x	
	2	Se camina hacia la jaula para bajar a labor designada	07:04	07:09	00:05		●						x
	3	Se espera al timbrero para bajar al área	07:09	07:13	00:04								x
	4	Se baja hacia el nivel con la jaula	07:13	07:22	00:09							x	
	5	Se camina hasta el punto donde se encuentra la camioneta	07:22	07:28	00:06		●						x
	6	Traslado hacia la bodega del contratista	07:28	07:41	00:13		➔						x
	7	Liberación de IPERC y liberación de OT	07:41	07:55	00:14								x
	8	Movilización a la labor Rampa 746 Nv 3035	07:55	08:00	00:05		●						x
	9	Mecánico inspección Bolter	08:00	08:05	00:05			■					x
	10	Instalación del equipo	08:05	08:15	00:10		●						x
	11	Bolter en funcionamiento	08:15	11:45	03:30								x
	12	Traslado hasta comedor	11:45	12:00	00:15								x
	13	Almuerzo de operario y ayudante	12:00	12:50	00:50								x
	14	Transporte para volver a labor	12:50	13:00	00:10		➔						x
	15	Inspección de máquina	13:00	13:20	00:20				■				x
	16	Bolter en funcionamiento	13:20	17:30	04:10								x
	17	Termino de guardia (traslado a personal paracena y descanso)	17:30	18:30	01:00								x
Total:					11:55	3	8	3	3	0	10	7	

Figura 4. DAP Sostenimiento 1 pos-test

Interpretación: El diagrama nos describe que la primera actividad son las reuniones para ver los avances y las coordinaciones respectivas para cumplir las metas, de tal manera se hace un traslado para bajar a la labor por un tiempo de 9 minutos, luego se camina para ir con la camioneta al lugar donde se libera las herramientas de gestión a los trabajadores para poder empezar con la operación, del mismo modo se hace una inspección de máquina, instalación y se comienza con el sostenimiento.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS (DAP)						Tipo	Símbolo	Cantidad					
Datos						Operación	●	2					
Proceso: Sostenimiento con mallas de sacrificio						Inspección	■	4					
Método: Pos test						Transporte	➔	10					
Elaborado por: Rojas Lopez Fran Jerson						Demora	◐	1					
Área: Avances						Almacén	▲	0					
Fecha: 25/10/2022						TOTAL DE ACTIVIDAD		17					
Operación	N°	Actividad	Tiempo inicio (Horas)	Tiempo final (Horas)	Tiempo total (Horas)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Valor		
						●	➔	■	◐	▲	Sí	No	
S O S T E N I M I E N T O	1	Supervisores y encargados manifiestan sus avances(reportes)	06:40	07:00	00:20							x	
	2	Se camina hacia la jaula para bajar a labor designada	07:00	07:06	00:06		●						x
	3	Se espera al timbrero para bajar al área	07:06	07:13	00:07								x
	4	Se baja hacia el nivel con la jaula	07:13	07:22	00:09		●					x	
	5	Se camina hasta el punto donde se encuentra la camioneta	07:22	07:28	00:06		●						x
	6	Traslado hacia la bodega del contratista	07:28	07:45	00:17		●					x	
	7	Liberación de IPERC y liberación de OT	07:45	07:58	00:13							x	
	8	Movilización a la labor Rampa 746 Nv 3035	07:58	08:05	00:07		●					x	
	9	Mecánico inspecciona Bolter	08:05	08:10	00:05							x	
	10	Instalación del equipo	08:10	08:18	00:08		●					x	
	11	Bolter en funcionamiento	08:18	11:40	03:22							x	
	12	Traslado hasta comedor	11:40	12:00	00:20								x
	13	Almuerzo de operario y ayudante	12:00	12:50	00:50								x
	14	Transporte para volver a labor	12:50	13:05	00:15								x
	15	Inspección de máquina	13:05	13:17	00:12							x	
	16	Bolter en funcionamiento	13:17	17:41	04:24		●					x	
	17	Termino de guardia (traslado a personal paracena y descanso)	17:41	18:30	00:49		●						x
Total:					11:50	2	10	4	1	0	10	7	

Figura 5. DAP Sostenimiento 2 pos-test

Interpretación: Se inicia con las reuniones para ver los avances del día, luego se camina hacia el lugar de transporte con la jaula para poder bajar, luego se camina y se moviliza con la camioneta hasta la bodega, se libera herramientas de gestión a los trabajadores para empezar con las actividades, se traslada equipo al frente que se va a sostener, se inspecciona y se instala bolter para poder iniciar con el sostenimiento hasta culminar lo planeado, se almuerza y por la tarde se continua con la operación de sostenimiento hasta las 5:41 p.m.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS (DAP)						Tipo	Símbolo	Cantidad					
Datos						Operación	●	6					
Proceso: Sostenimiento con mallas de sacrificio						Inspección	■	3					
Método: Pre test						Transporte	➔	5					
Elaborado por: Rojas Lopez Fran Jerson						Demora	◐	4					
Área: Avances						Almacén	▲	0					
Fecha: 08/11/2022						TOTAL DE ACTIVIDAD			18				
Operación	N°	Actividad	Tiempo inicio (Horas)	Tiempo final (Horas)	Tiempo total (Horas)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Valor		
						●	➔	■	◐	▲	Sí	No	
S O S T E N I M I E N T O	1	Reparto de guardia con los encargados de lesa	06:55	07:15	00:20							x	
	2	Se espera a timbrero	07:15	07:30	00:15								x
	3	Se baja con la jaula 1170	07:30	07:42	00:12							x	
	4	Se camina hacia donde la camioneta	07:42	07:50	00:08								x
	5	Se moviliza con camioneta hacia la bodega	07:50	08:04	00:14								x
	6	Liberación de IPERC y OT	08:04	08:18	00:14								x
	7	Se espera y llega bolter	08:18	08:22	00:04								x
	8	Se instala bolter	08:22	08:36	00:14								x
	9	Se inspecciona labor, para ver si no hay caída de rocas	08:36	08:40	00:04								x
	10	Se inspecciona equipo	08:40	08:50	00:10								x
	11	Se corta malla de sacrificio	08:50	09:00	00:10								x
	12	Bolter en funcionamiento y se culmina lo programado	09:00	12:55	03:55								x
	13	Se desinstala equipo	12:55	13:00	00:05								x
	14	se traslada con camioneta y se llega al comedor	13:00	13:17	00:17								x
	15	Almuerzo	13:17	13:55	00:38								x
	16	Nos trasladamos al lugar sostenido	13:55	14:00	00:05								x
	17	Instalación de equipo en otra labor	14:00	14:10	00:10								x
	18	Equipo en funcionamiento	14:10	18:05	03:55								x
Total:					11:10	6	5	3	4	0	13	5	

Figura 6. DAP Sostenimiento 3 post-test

Interpretación: Se inicia la actividad con el reparto de guardia y coordinaciones respectivas para el día, se espera al timbrero para el izaje, luego se baja con la jaula, llegando al nivel se camina hacia la camioneta, por consiguiente se moviliza hacia la bodega para que el supervisor libere las herramientas de gestión, se espera al equipo y se traslada al lugar donde se hará la operación, se instala, se inspecciona y se habilita materiales para iniciar con el sostenimiento, se traslada a personal para la hora de almuerzo, se regresa a labor designada para seguir sosteniendo hasta fin de guardia.

Tabla 15. Índice de actividad

Análisis del valor agregado de los procesos	ACTIVIDAD	Cantidad	Porcentaje
$I.A = \frac{N^{\circ} \text{ de act. que agragan valor}}{\text{Actividades totales}}$	Agregan valor	33	63%
	No agregan valor	19	37%
	Índice de Actividad		63%

Interpretación: Según los datos obtenidos se puede percibir 33 actividades generan valor equivalente a 63% y 19 actividades que no agregan valor equivalente a un 37%, por ende, el índice de actividad es un 63%.



Figura 7. Equipo en funcionamiento

Fuente: Foto tomadas en campo

Estandarización de actividades

Se hizo un seguimiento a los movimientos de las actividades desde el ingreso a mina hasta el término de la guardia para poder asignar las actividades. Es por ello que se elabora un diagrama de flujo estándar.

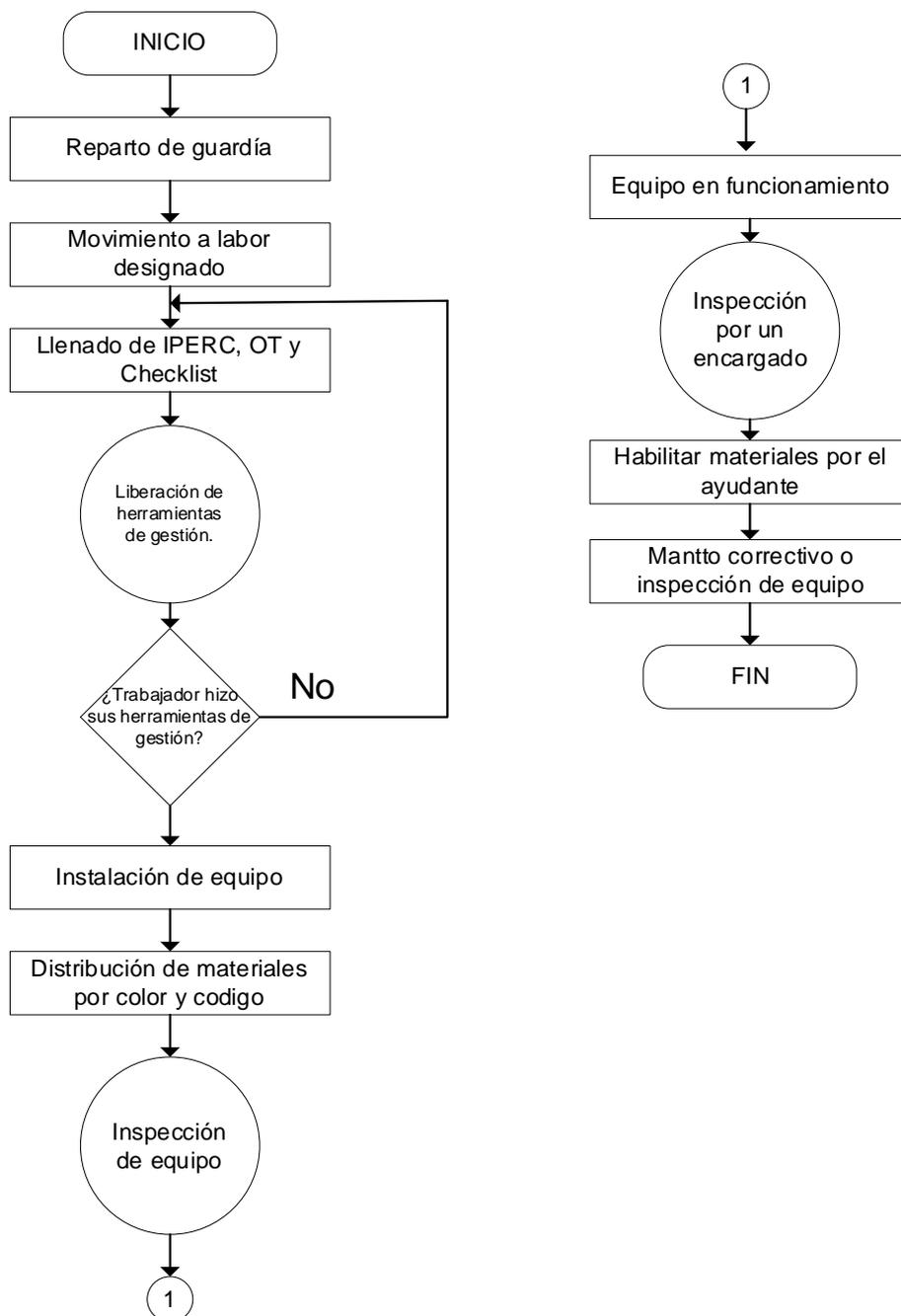


Figura 8. Estandarización de actividades

4.3 SITUACIÓN FINAL

4.3.1 INDICADORES FINALES

VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

INDICADOR 1: Eficacia

Tabla 16. Eficacia post-test diaria

FECHA	PRODUCCION DIARIO (UND)	PRODUCCIÓN PLANEADO (UND)	EFICACIA
22/10/2022	59	80	73.75%
23/10/2022	56	80	70.00%
24/10/2022	64	80	80.00%
25/10/2022	65	80	81.25%
26/10/2022	53	80	66.25%
27/10/2022	50	80	62.50%
28/10/2022	55	80	68.75%
29/10/2022	56	80	70.00%
30/10/2022	60	80	75.00%
31/10/2022	55	80	68.75%
1/11/2022	59	80	73.75%
2/11/2022	63	80	78.75%
3/11/2022	62	80	77.50%
4/11/2022	55	80	68.75%
5/11/2022	60	80	75.00%
6/11/2022	54	80	67.50%
7/11/2022	63	80	78.75%
8/11/2022	58	80	72.50%

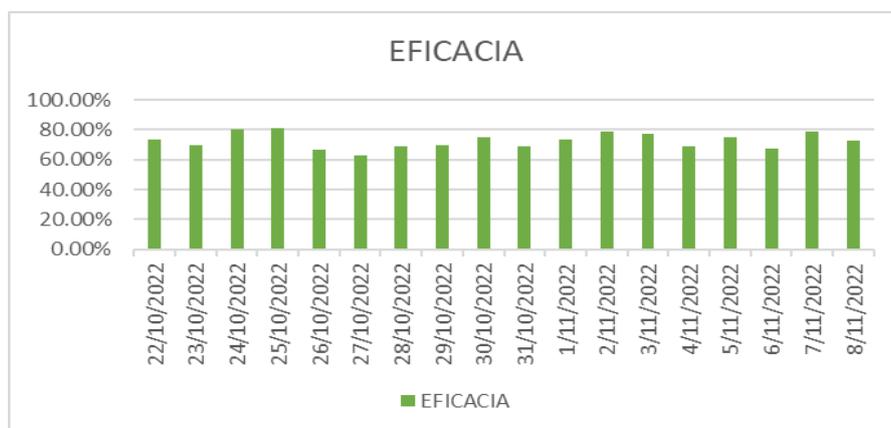


Figura 1. Diagrama de eficacia pos-test

Interpretación: El resultado de la tabla nos muestra que la eficacia diaria de avance en sostenimiento y la eficacia en el cual nos expresa que el día 1 se tuvo una eficacia de 73.75% donde se hizo el sostenimiento con 59 split set, el día 2 se tuvo una eficacia de 70% donde se hizo el sostenimiento con 56 split set, el día 3 se tuvo una eficacia de 80% donde se hizo el sostenimiento con 64 split set, el día 4 se tuvo una eficacia de 81.25% donde se hizo el sostenimiento con 65 split set, el día 5 se tuvo una eficacia de 66.25% donde se hizo el sostenimiento con 53 split set, el día 6 se tuvo una eficacia de 62.50% donde se hizo el sostenimiento con 50 split set, el día 7 se tuvo una eficacia de 68.75% donde se hizo el sostenimiento con 55 split set, el día 8 se tuvo una eficacia de 70% donde se hizo el sostenimiento con 56 split set, el día 9 se tuvo una eficacia de 75% donde se hizo el sostenimiento con 60 split set, el día 10 se tuvo una eficacia de 68.75% donde se hizo el sostenimiento con 55 split set, el día 11 se tuvo una eficacia de 73.75% donde se hizo el sostenimiento con 59 split set, el día 12 se tuvo una eficacia de 78.75% donde se hizo el sostenimiento con 63 split set, el día 13 se tuvo una eficacia de 77.50% donde se hizo el sostenimiento con 62 split set, el día 14 se tuvo una eficacia de 68.75% donde se hizo el sostenimiento con 55 split set, el día 15 se tuvo una eficacia de 75% donde se hizo el sostenimiento con 60 split set, el día 16 se tuvo una eficacia de 67.50% donde se hizo el sostenimiento con 54 split set, el día 17 se tuvo una eficacia de 78.75% donde se hizo el sostenimiento con 63 split set, el día 18 se tuvo una eficacia de 72.50% donde se hizo el sostenimiento con 58 split set.

INDICADOR 2: Eficiencia

Tabla 17. Eficiencia pos-test de equipo

FECHA	TIEMPO REAL DE SOSTENIMIENTO (HRS)	TIEMPO TOTAL DE SOSTENIMIENTO (HRS)	EFICIENCIA
22/10/2022	7.67	12	63.89%
23/10/2022	6.35	12	52.92%
24/10/2022	6.00	12	50.00%
25/10/2022	7.77	12	64.72%
26/10/2022	5.33	12	44.42%
27/10/2022	5.40	12	45.00%
28/10/2022	6.25	12	52.08%
29/10/2022	4.30	12	35.83%
30/10/2022	4.80	12	40.00%
31/10/2022	5.69	12	47.42%
1/11/2022	5.30	12	44.17%
2/11/2022	5.30	12	44.17%
3/11/2022	6.10	12	50.83%
4/11/2022	5.98	12	49.83%
5/11/2022	5.80	12	48.33%
6/11/2022	5.12	12	42.67%
7/11/2022	5.45	12	45.42%
8/11/2022	7.83	12	65.28%



Figura 1. Diagrama de eficiencia

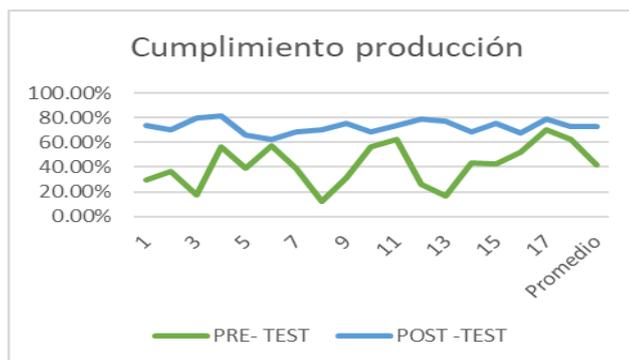
Interpretación: La eficiencia en el cuadro nos describe que el primer día fue de 63.89% con un tiempo de 7.67 horas, en el día 2 un 52.92% con un tiempo de 6.35 horas, el día 3 con un 50% con un tiempo de 6 horas, en el día 4 un 64.72% con un tiempo de 7.77 horas, el día 5 con un 44.42% con un tiempo de 5.33 horas, el día 6 con un 45% con un tiempo de 5.40 horas, el día 7 con un 52.08% con un tiempo de 6.25 horas, el día 8 un 35.83% con un tiempo de 4.30 horas, el día 9 un 40% con un tiempo de 4.80 horas, el día 10 un 47.42% con un tiempo de 5.69 horas, el día 11 un 44.17% con un tiempo de 5.30 horas, el día 12 un 44.17% con un tiempo de 5.30 horas, el día 13 un 50.83% con un tiempo de 6.10 horas, el día 14 un 49.83% con un tiempo de 5.98 horas, el día 15 un 48.33% con un tiempo de 5.80 horas, el día 16 un 42.67% con un tiempo de 5.12 horas, el día 17 un 45.42% con un tiempo de 5.45 horas, el día 18 un 65.28% con un tiempo de 7.83 horas.

4.4 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

INDICADOR 1: Cumplimiento de metas

Tabla 18. *Eficacia pretest y postest*

	PRE- TEST	POST -TEST
Días	EFICACIA	EFICACIA
1	30.00%	73.75%
2	36.25%	70.00%
3	17.50%	80.00%
4	56.25%	81.25%
5	38.75%	66.25%
6	57.50%	62.50%
7	38.75%	68.75%
8	12.50%	70.00%
9	31.25%	75.00%
10	56.25%	68.75%
11	62.50%	73.75%
12	26.25%	78.75%
13	16.25%	77.50%
14	43.75%	68.75%
15	42.50%	75.00%
16	52.50%	67.50%
17	70.00%	78.75%
18	62.50%	72.50%
Promedio	41.74%	72.71%



Estadísticos descriptivos

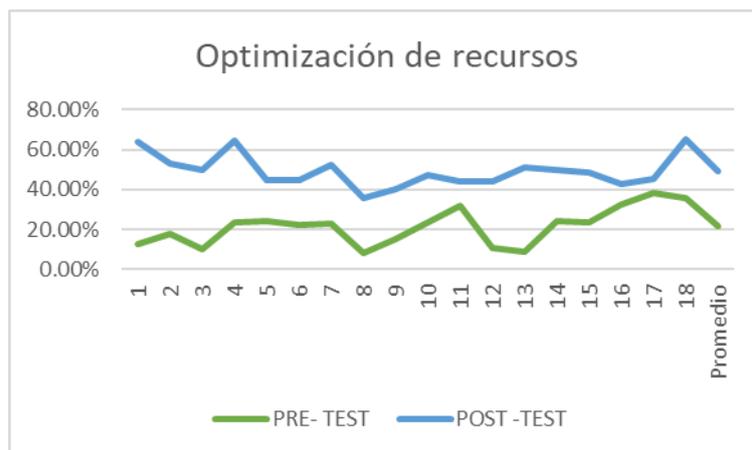
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
EFICACIA PRETEST	18	1250,0000	7000,0000	4173,611111	1728,4061049
EFICACIA POSTEST	18	6250,0000	8125,0000	7270,833333	525,5424369
N válido (por lista)	18				

Interpretación: Al comparar en el cuadro estadístico se evidencia que hubo un mejoramiento en la operación o proceso en el sostenimiento con split set con el cumplimiento diario optimo por lo que se han incrementado un 30.97%.

INDICADOR 2: Optimización de recursos

Tabla 19. Eficiencia pretest y posttest

Días	PRE- TEST	POST -TEST
	EFICIENCIA	EFICIENCIA
1	12.50%	63.89%
2	17.92%	52.92%
3	10.00%	50.00%
4	23.42%	64.72%
5	24.50%	44.42%
6	22.25%	45.00%
7	22.92%	52.08%
8	8.06%	35.83%
9	15.00%	40.00%
10	23.75%	47.42%
11	31.75%	44.17%
12	10.92%	44.17%
13	9.17%	50.83%
14	24.17%	49.83%
15	23.83%	48.33%
16	32.25%	42.67%
17	38.00%	45.42%
18	35.83%	65.28%
Promedio	21.46%	49.28%



Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
EFICIENCIA PRETEST	18	806,0000	3800,0000	2145,777778	921,6330491
EFICIENCIA POST TEST	18	3583,0000	6528,0000	4927,666667	824,7264787
N válido (por lista)	18				

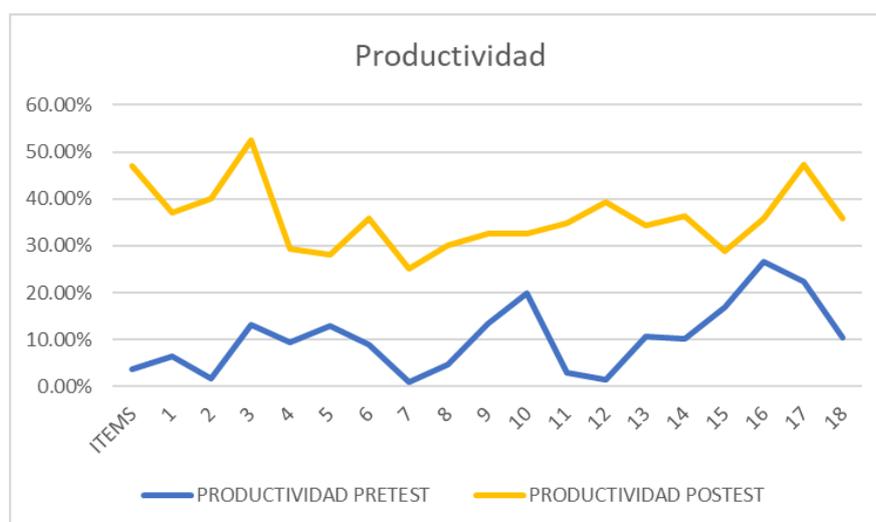
Interpretación: Del cuadro al comparar se muestra notoriamente un mejoramiento en el rendimiento del equipo en cual se incrementó las horas efectivas de sostenimiento a un 27.82%.

PRODUCTIVIDAD

A continuación se presenta los resultados de la productividad donde se compara el dato del antes y después.

Tabla 20. Productividad pretest y postest

ITEMS	PRE- TEST			POST -TEST		
	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
1	30.00%	12.50%	3.75%	73.75%	63.89%	47.12%
2	36.25%	17.92%	6.49%	70.00%	52.92%	37.04%
3	17.50%	10.00%	1.75%	80.00%	50.00%	40.00%
4	56.25%	23.42%	13.17%	81.25%	64.72%	52.59%
5	38.75%	24.50%	9.49%	66.25%	44.42%	29.43%
6	57.50%	22.25%	12.79%	62.50%	45.00%	28.13%
7	38.75%	22.92%	8.88%	68.75%	52.08%	35.81%
8	12.50%	8.06%	1.01%	70.00%	35.83%	25.08%
9	31.25%	15.00%	4.69%	75.00%	40.00%	30.00%
10	56.25%	23.75%	13.36%	68.75%	47.42%	32.60%
11	62.50%	31.75%	19.84%	73.75%	44.17%	32.57%
12	26.25%	10.92%	2.87%	78.75%	44.17%	34.78%
13	16.25%	9.17%	1.49%	77.50%	50.83%	39.40%
14	43.75%	24.17%	10.57%	68.75%	49.83%	34.26%
15	42.50%	23.83%	10.13%	75.00%	48.33%	36.25%
16	52.50%	32.25%	16.93%	67.50%	42.67%	28.80%
17	70.00%	38.00%	26.60%	78.75%	45.42%	35.77%
18	62.50%	35.83%	22.40%	72.50%	65.28%	47.33%
Promedio	41.74%	21.46%	10.35%	72.71%	49.28%	35.94%



Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
PRODUCTIVIDAD PRETEST	18	101,0000	2660,0000	1034,500000	749,4018203
PRODUCTIVIDAD POSTEST	18	2508,0000	5259,0000	3594,222222	725,9936441
N válido (por lista)	18				

Interpretación: Al comparar del cuadro se percibe notoriamente que la productividad despues de la implementación incrementó en un 25.60%.

4.5 ANÁLISIS INFERENCIAL

PRUEBA DE NORMALIDAD

INDICADOR 1: Eficacia

Prueba de Normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA PRETEST	,959	18	,579
EFICACIA POSTEST	,966	18	,715

Interpretación: De la tabla, se puede comprobar que la significancia de la eficacia del antes y después, tienen valores mayores a 0.05, por ende, de acuerdo a la regla de decisión, está demostrado que tiene comportamiento paramétrico y lo que se pretende es saber si la eficacia a incrementado, es por ello que se hará el análisis de contrastación de la hipótesis con estadístico T de student.

INDICADOR 2: Eficiencia

Prueba de Normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA PRETEST	,937	18	,255
EFICIENCIA POST TEST	,902	18	,062

Interpretación: De la tabla, se puede comprobar que la significancia de la eficiencia del antes y después, tienen valores mayores a 0.05, por ende, de acuerdo a la regla de decisión, está demostrado que tiene comportamiento paramétrico y lo que se pretende es saber si la eficiencia a incrementado, es por ello que se hará el análisis de contrastación de la hipótesis con estadístico T de student.

PRODUCTIVIDAD

Prueba de Normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD PRETEST	,938	18	,272
PRODUCTIVIDAD POSTEST	,934	18	,227

Interpretación: De la tabla, se puede comprobar que la significancia de la productividad del antes y después, tienen valores mayores a 0.05, por ende, de acuerdo a la regla de decisión, está demostrado que tiene comportamiento paramétrico y lo que se pretende es saber si la productividad a incrementado, es por ello que se hará el análisis de contrastación de la hipótesis con estadístico T de student.

CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL

H₀: La aplicación de la ingeniería de métodos no incrementa la productividad en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022.

H_a: La aplicación de la ingeniería de métodos incrementa la productividad en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{\text{ProductividadAntes}} \geq \mu_{\text{ProductividadDespues}}$$

$$H_a: \mu_{\text{ProductividadAntes}} < \mu_{\text{ProductividadDespues}}$$

PRUEBA T

INDICADOR 1: Eficacia

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	EFICACIA PRETEST	4173,611111	18	1728,4061049	407,3892258
	EFICACIA POSTEST	7270,833333	18	525,5424369	123,8715403

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia			
					Inferior	Superior		
Par 1	EFICACIA PRETEST - EFICACIA POSTEST	-3097,222222	1893,077343	446,202609	-4038,62743	-2155,81700	-6,941	17 ,000

Interpretación: De la tabla prueba de muestras emparejadas, queda demostrado que la media de la eficacia antes (41.73) es menor que la eficacia después (72.70), por ende, se acepta la hipótesis de la investigación o hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, en el cual queda comprobado que la ingeniería de métodos en la empresa Nexa Resources incrementa la eficacia.

INDICADOR 2: Eficiencia

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	EFICIENCIA PRETEST	2145,777778	18	921,6330491	217,2309929
	EFICIENCIA POST TEST	4927,666667	18	824,7264787	194,3898952

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	EFICIENCIA PRETEST - EFICIENCIA POST TEST	-2781,88888	1149,86019	271,02464	-3353,70090	-2210,07686	-10,264	17	,000

Interpretación: De la tabla prueba de muestras emparejadas, queda demostrado que la media de la eficiencia antes (21.45) es menor que la eficiencia después (49.27), por ende, se acepta la hipótesis de la investigación o hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, en el cual queda confirmado que la ingeniería de métodos en la empresa Nexa Resources incrementa la eficiencia.

PRODUCTIVIDAD

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
		Par 1	PRODUCTIVIDAD PRETEST	1034,500000	18
	PRODUCTIVIDAD POSTEST	3594,222222	18	725,9936441	171,1183429

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	PRODUCTIVIDAD PRETEST - PRODUCTIVIDAD POSTEST	-2559,722	997,9543	235,2204	-3055,993	-2063,45132	-10,882	17	,00

Interpretación: De la tabla prueba de muestras emparejadas, queda demostrado que la media de la productividad antes (10.34) es menor que la productividad después (35.94), por ende, se acepta la hipótesis de la investigación o hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, en el cual queda confirmado que la ingeniería de métodos en la empresa Nexa Resources incrementa la productividad.

V. DISCUSIÓN

La investigación tiene como objetivo general determinar como la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022. Obteniendo como resultado mediante el procedimiento del uso de las etapas de ingeniería de métodos se inició seleccionando la operación que genera cuello de botella y conociendo el ciclo de la mina desde la perforación hasta sostenimiento, por otro lado registrando los datos de la operación de sostenimiento como el control de tiempos y movimientos del personal y del equipo, así también se examinó los datos para poder hacer la implementación donde se tuvo que hacer seguimiento al mantenimiento preventivo de los equipos para poder elaborar un estatus de mantenimiento para ejecutarlo y un diagrama de actividades con el tiempo máximo por actividad, también se evaluó la implementación para ver los resultados y por último se controló con monitoreos constantes y como respuesta de la implementación dada se obtuvo un incremento favorable. Por otro lado, Lazo (2020) en su tesis titulado Optimización del sistema de sostenimiento de las labores subterráneas para una mina con problemas de altos esfuerzos tuvo como objetivo optimizar el sistema de sostenimiento bajo condición de esfuerzos altos. La población usada fue la base de datos de sostenimiento. Finalmente se concluye que el sistema en el sostenimiento, controles de ingeniería y rendimiento del equipo satisface e incrementa la productividad a través de la utilización del equipo con un eficiencia y eficacia óptima. Así también Azhibay (2022) en su tesis titulado Assessing mining productivity in Kazakhstan: industry and firm-level el objetivo principal de esta investigación fue analizar la productividad minera en Kazajistán. La población usada fue la adquisición de data e información de productividad. Finalmente se determinó que los estudios de mejora de la productividad en sostenimiento demostraron que también se utilizan en otras empresas mineras formas de digitalización, modernización, automatización y prestaciones laborales.

Por consiguiente, se abordó el primer objetivo específico en el cual fue determinar como la aplicación de ingeniería de métodos contribuye con el cumplimiento de metas en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C.,

Pasco, 2022. Obteniendo como resultado mediante el estudio de movimientos con el diagrama de análisis de procesos para eliminar actividades que no generan valor y el control de tiempos de actividades de los trabajadores para reasignar y poner un tiempo limite a cada actividad incrementa la eficacia. Por consiguiente, Rivas y Ugarte (2018) en su tesis titulado Optimizar el proceso de Fortificación de Minera Florida tuvo como objetivo optimizar el proceso productivo manteniendo los estándares de la organización. La población usada fue la data de la operación de sostenimiento. Finalmente, de determino que hubo problemas que afectaban un 80%, posterior a ello se implementó mejoras manteniendo un control mediante herramientas por lo que se hizo inspecciones y seguimiento operacional. Por ende, Amoroso y Orellana (2019) en su tesis titulado Diagnóstico del control subterráneo y plan de mejora en la mina de la Sociedad Minera Minervilla tuvo como objetivo optimizar la perforación en sostenimiento con la toma de datos de los movimientos y los tiempos para expresar el tiempo efectivo. La población usada es la zona de corte y relleno obteniendo datos de todo el ciclo. Finalmente, se determinó que, mediante el control operativo, evaluación del proceso y el plan de mejora basado en teorías incrementa la eficacia.

Por último, se planteó el segundo objetivo específico en el cual fue determinar como la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la optimización de recursos en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022. Obteniendo como resultado mediante el cronograma de mantenimiento para incrementar la eficiencia del equipo con un 5.91 horas en promedio. Por otra parte, Suasnabar (2019) en su tesis titulado Análisis técnico para la optimización del sostenimiento en los frentes de la compañía Minera Casapalca S.A. tiene como objetivo optimizar el proceso de sostenimiento con el uso de equipos eficientes. La población usada fue la base de datos del tipo de rocas y estructuras. Finalmente, el sostenimiento con una mejora tecnológica cumplió la meta y minimizó tiempos muertos empleando un promedio de 6 horas efectivas del equipo. También Orellana (2020) en su tesis titulado Selección de la alternativa óptima de sostenimiento en rampas para el control de inestabilidades subterráneas tuvo como objetivo optar una solución óptima en el sostenimiento haciendo un control del proceso. La población usada fueron las rampas de los accesos principales. Finalmente se determinó que al hacer el estudio se logró determinar un 83.3% de eficiencia.

VI. CONCLUSIONES

- 4.1 La investigación ejecutada en la empresa Nexa Resources tiene como conclusión general que el desarrollo de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad con el uso de las etapas de ingeniería aplicando un diagrama de ciclo de mina, estudio de tiempos y movimientos y un cronograma de mantenimiento brinda un incremento de 25.60% en la productividad.
- 4.2 Al ejecutar las mejoras como la aplicación de un control de tiempos, eliminación de actividades que no generan valor como las demoras y un cronograma de actividades poniendo como límite un tiempo máximo por actividad para iniciar con el sostenimiento y evitar sobretiempos incrementa la eficacia a un 30.97%.
- 4.3 Se concluye que según el objetivo planteado para optimizar los recursos, el cronograma de mantenimiento preventivo al equipo para que pueda tener un máximo rendimiento y operar sin fallas evitando demoras y así cumplir como mínimo 5.91 horas efectivas incremento la eficiencia a un 27.82%.

VII. RECOMENDACIONES

- 5.1 Para incrementar la productividad o mantener el estándar se recomienda que cumplan de una manera responsable la implementación, en el cual requiere de monitoreo constante para satisfacer la necesidad del cliente con una eficiencia y eficacia óptima.
- 5.2 Se recomienda que los encargados, trabajadores cumplan con el cronograma de actividades para poder iniciar el sostenimiento en un tiempo adecuado y evitar operaciones tardías, por otro lado, capacitar por lo menos 4 veces al año a los operadores de los equipos.
- 5.3 Para cumplir con la eficiencia o rendimiento del equipo se recomienda cumplir con el cronograma de mantenimiento preventivo y evitar los mantenimientos correctivos ya que estanca el proceso, por otro lado, tener un stock de repuestos para evitar que la máquina este inoperativo.

REFERENCIAS

1. JEET, Tejinder y KUMAR, Shantanu. Research Methodology. India: SBPD Publications, 2021. 264 pp. ISBN: 9789382883340
2. CERRÓN, Juan. Propuesta de elección de tipo de sostenimiento por utilizarse en la Unidad de Producción Yauricocha, Lima-2020 (Tesis para Bachiller Ingeniero de Minas). Perú: Universidad Continental. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9756/4/IV_FIN_10_TI_Cerron_Rosales_2020.pdf
3. SUASNABAR, Percy. Análisis técnico para la optimización del sostenimiento en los frentes de la compañía Minera Casapalca S.A. (Tesis para optar Título de Ingeniero de Minas). Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Disponible en: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1564/1/T026_47344236_T.pdf
4. ORELLANA, Eugenio. Selección de la alternativa óptima de sostenimiento en rampas para el control de inestabilidades subterráneas (Tesis para optar el grado de Doctor en Seguridad y Control en Minería). Perú: Universidad Nacional de Centro del Perú. Disponible en: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5862/T010_19913461_D.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. MUÑOZ, Richard. "INFLUENCIA DEL SOSTENIMIENTO MECANIZADO CON PERNOS DE ANCLAJE EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA U.E.A. CERRO S.A.C. (Tesis para optar Título de Ingeniero de Minas). Perú: Universidad Alas Peruanas. Disponible en: https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12990/9325/Tesis_Influencia_Sostenimiento_Mecanizado_Pernos_Anclaje_Mejora_Productividad.pdf?sequence=1
6. LAZO, Roy. Optimización del sistema de sostenimiento de las labores subterráneas para una mina con problemas de altos esfuerzos (Tesis para optar Título Profesional de Ingeniero de Minas). Perú: PUCP. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15944>

7. AZHIBAY, Seribolat. Assessing mining productivity in Kazakhstan: industry and firm-level análisis (Tesis para Master Ingeniero de Minas). Astana: Universidad Nazarbayev. Disponible en: <https://nur.nu.edu.kz/bitstream/handle/123456789/6133/Thesis%20-%20Seribolat%20Azhibay.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
8. APELAND, Jorgen. Application of FE-analysis in Design and Verification of Bolted Joints According to VDI 2230 at CERN (Tesis MSc). Noruega: Norwegian University of Science and Technology. Disponible en: <https://cds.cern.ch/record/2305674/files/CERN-THESIS-2018-006.pdf>
9. ARAYA et al. The impact of equipment productivity and pushback width on the mine planning process, Institute of Mining and Metallurgy, 120(10): 599-608, octubre del 2020. Disponible en: <http://www.scielo.org.za/pdf/jsaimm/v120n10/08.pdf>
10. RIVAS, Daniel y UGARTE, Claudio. Optimizar el proceso de Fortificación de Minera Florida (Tesis para Ingeniero en mina). Chile: Universidad de las Américas. Disponible en: <https://repositorio.udla.cl/xmlui/bitstream/handle/udla/238/a41794.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. AMOROSO, Degsi y ORELLANA, María. Diagnóstico del control subterráneo y plan de mejora en la mina de la Sociedad Minera Minervilla (Tesis para optar Título profesional de Ingeniero en Minas). Ecuador: Universidad del Azuay. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9223/1/14867.pdf>
12. TEJADA, Noris, GISBERT, Víctor, PÉREZ, Ana. Methodology of study of time and movement; introduction to the GSD. 3 C empresa, investigación y pensamiento crítico, Edición especial, (1)1: 39-49, diciembre del 2017. ISSN: 2254-3376
13. RINCÓN, Carlos, MOLINA, Francisco y VILLAREAL, Fernando. Contabilidad de costos I Componentes del costo con aproximaciones a las NIC 2 y NIIF 08. 2ª ed. Bogotá: ediciones de la U, 2019. 405 pp. ISBN: 9789587920475
14. RAMÍREZ, Ramón. Gestión de proyectos de instalaciones de telecomunicaciones. España: Paraninfo S.A., 2017. 285 pp. ISBN: 9788428338677

15. Universidad Politécnica de Madrid. Introducción a la minería subterránea. España: Laboratorio de Innovación en Tecnologías Mineras, 2020. 140 pp. Disponible en: <https://oa.upm.es/62726/>
16. ROJAS, Miguel. Ingeniería Administrativa. Bogotá: Ediciones de la U, 2017.313 pp. ISBN: 9789587626247
17. VALORACIÓN de los regímenes de trabajo y descanso. Caso de estudio: Varadero (CUBA) por Real Pérez [et al]. Turismo y sociedad, 24(1): 149-160, 2019. ISSN: 2346-206X
18. BRAVO, Katherine, MENENDEZ, Jessica y PEÑAHERRERA, Fabian. Importancia de los estudios de tiempos en el proceso de comercialización de las empresas. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana,2-14,2018. ISSN: 1696-8352
19. PANAIÁ, Marta y DELFINO, Andrea. El estallido del tiempo. De la formación al trabajo y el empleo. Buenos Aires: Miño y Dávila Editores, 2020. 479 pp. ISBN: 9788417133986
20. DEL AGUILA, Isabel. Ingeniería de requisitos Material didáctico, Cuaderno de teoría. España: Universidad de Almería,2019. 151 pp. ISBN: 9788417261795
21. OECD. OECD compendium of productivity Indicators 2019. Paris: OECD Publishing, 2019. 146 pp. ISBN: 9789264603981
22. POPESCU, Cristina. Handbook of Research on Novel Practices and Current Successes in Achieving the Sustainable Development Goals. Unites States: IGI Global, 2021. 453 pp. ISBN: 9781799884286
23. PÉREZ, Yajaira. Guía para la gestión y administración de contratos. España: Punto Rojo Libros, S.L., 2019. 101 pp. ISBN: 9788418161704
24. A new definition of infernal logistics and how to evaluate it por Breval Sandro [et al]. Revista chilena de ingeniería, (25)2: 264-276, 2017. ISSN: 0718-3305
25. INGENIERÍA de métodos I por Guillermo Bocángel [et al.]. Perú: La Biblioteca Nacional del Perú, 2021. 140 pp. ISBN: 9786120067192
26. BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación Serie Integral por Competencias. 3a . ed. México: San Juan Tlilhuaca, 2017.155 pp. ISBN: 978607744748

27. SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos, MEJÍA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2018. 144 pp. ISBN: 9786124735141
28. RODRÍGUEZ, Yaniris. Metodología de la investigación. México: Soluciones educativas S.A.,2020. 139 pp. ISBN: 9786078682225
29. HERNÁNDEZ. Arturo [et al]. Metodología de la investigación científica. Universidad Estatal del Sur de Manabí: Área de innovaciones y desarrollo, S.L., 2018. 172 pp. ISBN: 9788494825705
30. NIÑO, José y MENDOZA, Mary. La investigación científica en el contexto académico. Perú: NSIA Publishing House Editions, 2021. 149 pp. ISBN: 9781599737065
31. RÍOS, Roger. Metodología para la investigación y redacción. España: Universidad de Málaga, 2017.152 pp. ISBN: 9788417211233
32. GUEVARA, Patricia, VERDESOTO, Alexis y CASTRO, Nelly. Educational research methodologies (descriptive, experimental, participatory, and action research). Revista Recimundo, 4(3):163-173, 2020. ISSN: 2588-073X
33. CABEZAS, Edison, ANDRADE, Diego y TORRES Johana. Introducción a la metodología de la investigación científica. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018.138 pp. ISBN:9789942765444
34. ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación Introducción a la metodología científica. 7ª ed. Venezuela: Editorial Episteme, 2016. 147 pp. ISBN: 9800785299
35. FUNDAMENTOS de la investigación y la innovación educativa por Navarro Enrique [et al.]. España: Editorial de la UNIR, 2017. 269 pp. ISBN: 9788416602551
36. HERNÁNDEZ, Carlos y CARPIO, Natalia. Introducción a los tipos de muestreo. Revista Alerta, 2(1): 76-79, 2019. ISSN: 26175274
37. BAQUE, Erick [et al]. Los costos como instrumento de control de la gestión para la toma de decisiones. Universidad Estatal del Sur de Manabi: 3 ciencias Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L, 2018. 105 pp. ISBN: 9788494807411

38. BELLO, Daniel, MURRIETA, Félix y CORTES, Carlos. Analysis of times and motions in the steam production process from a company that generates clean energy. *Ciencia administrativa*, 1(1):1-9, 2020. ISSN: 18709427
39. VIDES, Evis, DÍAZ, Lauren y GUTIÉRREZ, Jorge. Análisis metodológico para la realización de estudios de métodos y tiempos. *Revista I+D*, 8(1): 3-10, 2017. ISSN: 22161570
40. PROBLEM solution through the application of the method engineering stages. por Edgar E. Guzmán Sánchez [et al]. *Revista de Ingeniería Industrial*, 2(6): 23-33, 2018. ISSN: 25230344
41. ROJAS, L, JAIMES, L y VALENCIA, M. Effectiveness, efficacy and efficiency in the teamworks. *Revista Espacios*, 39(6): 1-15, 2018. ISSN: 07981015
42. FONTALVO, Tomás, DE LA HOZ, Efraín y MORELOS, Jose. PRODUCTIVITY AND ITS FACTORS: IMPACT ON ORGANIZATIONAL IMPROVEMENT. *Dimensión Empresarial*, 15(2): 47-60, 2017. ISSN: 16928563
43. RAMÍREZ, Julio y CALLES, Rafael. Manual de metodología de la investigación en negocios internacionales. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2021. 118 pp. ISBN: 9789585030886
44. NIÑO, Víctor. Metodología de la investigación. 2.^a ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2019. 162 pp. ISBN:9789587920765
45. METODOLOGÍA de la investigación cuantitativa – cualitativa y redacción de la tesis por Humberto Ñaupas [et al.]. Bogotá: ediciones de la U, 2018. 562 pp. ISBN: 9789587628760
46. HERNÁNDEZ, Sandra y DUANA, Danae. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 9(17): 51-53, 2020. ISSN: 20074913
47. PEÑA, Sandra. Análisis de datos. Bogotá D.C.: Fundación Universitaria del Área Andina, 2017. 187 pp. ISBN: 9789585460454
48. PALACIOS, Luis. Ingeniería de Métodos movimientos y tiempos. 2.^a ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2016. 370 pp. ISBN: 9789587713428
49. DEL ÁGUILA, Isabel. Ingeniería de Requisitos. Almería: Editorial Universidad de Almería, 2019. 171pp. ISBN: 9788417261795
50. PHIMISTER, Alexander y TORRUELLA, Albert. El libro de la innovación. España: Serveis Editorial, 2021. 318 pp. ISBN: 9788412272284

51. OYARZÚN, Jorge. Principios de Geología y Exploración Minera. Chile: Universidad de La Serena, 2019.158 pp. ISBN: 9789567052660.
52. CONCHA, Elizabeth. Minería global contemporánea o financiarizada. Universiadd Autonoma de Zacatecas,10(27): 81-116,2017. ISSN: 18701442
53. CANO, Sandra. Modelo Sistemático de evolución de Lean Construction. Colombia: Universidad Del Valle,2021. 359 pp. ISBN: 9786287500105

ANEXOS

Matriz de consistencia

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN	HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE
¿Cómo la aplicación de ingeniería de métodos incrementará la productividad en las operaciones de la Empresa Nexa Resources Atacocha S.A.A., Pasco, 2022?	Determinar como la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en las operaciones de la Empresa Nexa Resources Atacocha S.A.A., Pasco, 2022	La aplicación de la ingeniería de métodos incrementa la productividad en las operaciones de la Empresa Nexa Resources Atacocha S.A.A., Pasco, 2022	INGENIERÍA DE MÉTODOS Dimensiones: Estudio de tiempos Mejoramiento de métodos Indicadores: Tiempo estándar Diagrama de análisis de procesos
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE
¿Cómo la aplicación de la ingeniería de métodos contribuirá con el cumplimiento de metas en las operaciones de la Empresa Nexa Resources Atacocha S.A.A., Pasco, 2022?	Determinar como la aplicación de ingeniería de métodos contribuye con el cumplimiento de metas en las operaciones de la Empresa Nexa Resources Atacocha S.A.A., Pasco, 2022	La aplicación de la ingeniería de métodos contribuye el cumplimiento de metas en las operaciones de la Empresa Nexa Resources Atacocha S.A.A., Pasco, 2022	PRODUCTIVIDAD Eficacia * Eficiencia Dimensiones: Cumplimiento de metas Optimización de recursos Indicadores: Eficacia Eficiencia
¿Cómo la aplicación de la ingeniería de métodos incrementará la optimización de recursos en las operaciones de la Empresa Nexa Resources Atacocha S.A.A., Pasco, 2022?	Determinar como la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la optimización de recursos en las operaciones de la Empresa Nexa Resources Atacocha S.A.A., Pasco, 2022	La aplicación de la ingeniería de métodos incrementa la optimización de recursos en las operaciones de la Empresa Nexa Resources Atacocha S.A.A., Pasco, 2022	

Control de tiempos

Barra Split set: 7 pies

Fecha: 2/09/2022

Diametro split set: 39.5 mm

Bolter: Boltec 66

placa split set (cm): 14.5 cm x 14.5 cm

Barra de perforación: 8 pies

N° Taladro	Labor	Tiempo de perforación (min)	Tiempo de split set (min)	Tiempo de traslado	Demoras (min)	Observaciones	T. total de perforación (min)
1	B	00:01:31	00:01:07	00:01:06	00:01:28	Posicionamiento de brazo para colocar split set	00:05:12
2	B	00:01:29	00:00:36	00:01:18	00:01:07	Posicionamiento de brazo para colocar split set	00:04:30
3	B	00:01:43	00:00:52	00:02:33	00:00:00		00:05:08
4	B	00:01:53	00:00:21	00:01:10	00:01:06	Posicionamiento de brazo para colocar split set	00:04:30
5	B	00:01:21	00:00:16	00:01:44	00:01:11	Posicionamiento de brazo para colocar split set	00:04:32
6	B	00:01:34	00:01:05	00:01:05	00:00:00		00:03:44
7	B	00:01:28	00:00:17	00:00:41	00:00:32	Se coloca barra split set manualmente para que el brazo del equipo empuje.	00:02:58
8	B	00:01:32	00:00:37	00:00:24	00:02:14	Equipo avanza un y se posiciona para perforar mas adelante	00:04:47
9	B	00:01:45	00:00:35	00:01:08	00:02:35	Se vuelve a reperfurar	00:06:03
10	B	00:01:37	00:01:09	00:00:29	00:00:00		00:03:15
11	B	00:01:48	00:00:58	00:01:46	00:00:00		00:04:32
12	B	00:01:55	00:00:36	00:00:55	00:03:44	Se carga 10 split set al brazo de la máquina	00:07:10
13	B	00:01:31	00:00:16	00:00:32	00:00:45	Verificación de barra de perforación	00:03:04
14	B	00:01:01	00:00:37	00:00:00	00:11:05	Split set no ingresa se dobla y se para la máquina.	00:12:43

Barra split set: 7 pies

Fecha: 1/09/2022

Boltec: Boltec 61

Placa split set (cm):

14.5 x 14.5

Barra de perforación: 10 pies

N° Taladro	Labor	Tiempo de perforación (min)	Tiempo de split set (min)	Tiempo de traslado	Demoras (min)	Observaciones	T. total de perforación (min)
1	A	00:01:48	00:00:12	00:01:16	00:00:00		00:03:16
2	A	00:01:57	00:00:47	00:00:56	00:00:00		00:03:40
3	A	00:01:00	00:00:00	00:00:00	00:00:14	Ciclo incompleto, movimiento Split Set Fallo	00:01:14
4	A	00:01:46	00:00:27	00:00:11	00:00:59	Se movio boltec para perforar mas adelante	00:03:23
5	A	00:01:23	00:00:23	00:00:26	00:00:00		00:02:12
6	A	00:01:40	00:00:20	00:00:18	00:01:50	ayudates ponen las tuberias	00:04:08
7	A	00:01:28	00:00:19	00:00:17	00:01:07	ayudates ponen las tuberias	00:03:11
8	A	00:02:03	00:00:19	00:00:16	00:00:00		00:02:38
9	A	00:01:44	00:00:26	00:00:19	00:00:00		00:02:29
10	A	00:01:29	00:00:21	00:00:15	00:00:00		00:02:05
11	A	00:01:48	00:00:51	00:00:22	00:01:10	Malla en posicionamiento con el brazo de bolter	00:04:11
12	A	00:01:47	00:00:40	00:01:08	00:01:00	Se mueve y se posiciono con la malla	00:04:35
13	A	00:02:40	00:00:34	00:01:27	00:00:00		00:04:41
14	A	00:01:44	00:00:37	00:01:29	00:02:06	Apaga y prende la máquina , presenta fallas	00:05:56
15	A	00:01:26	00:00:30	00:01:11	00:00:00		00:03:07
16	A	00:01:25	00:00:24	00:00:47	00:00:00		00:02:36
17	A	00:01:32	00:00:29	00:00:19	00:01:39	Cambio de barras	00:03:59
18	A	00:01:17	00:00:20	00:00:30	00:03:04	posicionamiento inadecuado no encaja y apaga el equipo 1455	00:05:11
19	A	00:01:55	00:00:19	00:00:59	00:00:00		00:03:13
20	A	00:01:53	00:00:40	00:00:32	00:00:00		00:03:05
21	A	00:01:34	00:01:00	00:00:24	00:06:51	parada de boltec: apaga y enciende, empieza a presentar falla	00:09:49
22	A	00:01:50	00:00:37	00:00:20	00:14:18	Presenta fallas y se paraliza por unos minutos	00:17:05
23	A	00:01:38	00:00:15	00:00:42	00:01:18	Coloca malla 2	00:03:53
24	A	00:01:15	00:00:57	00:00:45	00:00:41	Posicionamiento para poner split set	00:03:38
25	A	00:01:34	00:00:41	00:00:47	00:01:38	Ayudantes abastecen barras al equipo	00:04:40
26	A	00:01:24	00:00:51	00:00:41	00:00:00		00:02:56
27	A	00:01:34	00:00:24	00:00:19	00:00:00		00:02:17
28	A	00:01:39	00:00:29	00:00:19	00:01:06	El operario verifica la pistola de la máquina	00:03:33
29	A	00:01:59	00:01:17	00:00:15	00:00:00		00:03:31
30	A	00:01:53	00:00:51	00:00:25	00:03:57	Abastecimiento de barras split set a boltec	00:07:06
31	A	00:01:25	00:00:11	00:00:00	00:00:00	Ciclo incompleto, ultimo taladro	00:01:36

Fotos tomadas en el área de sostenimiento



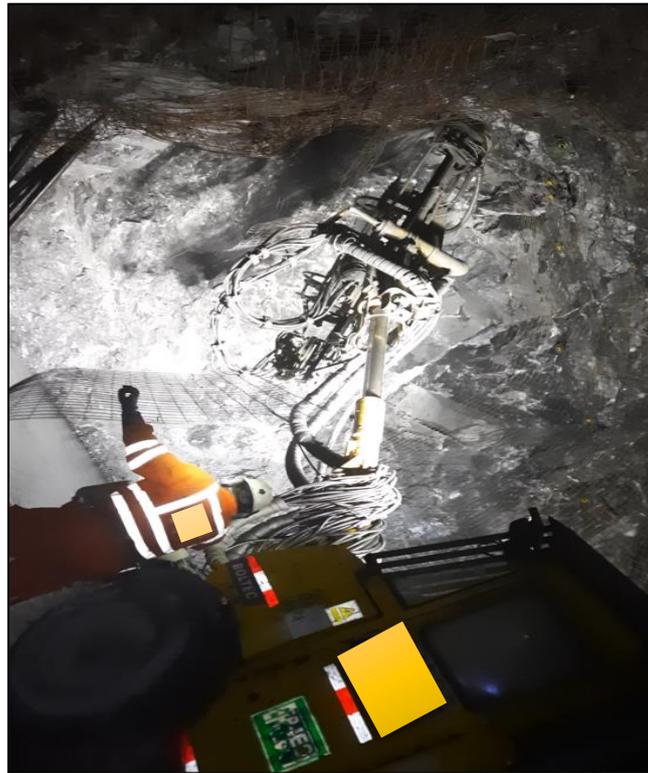
Mantenimiento de equipo empernador



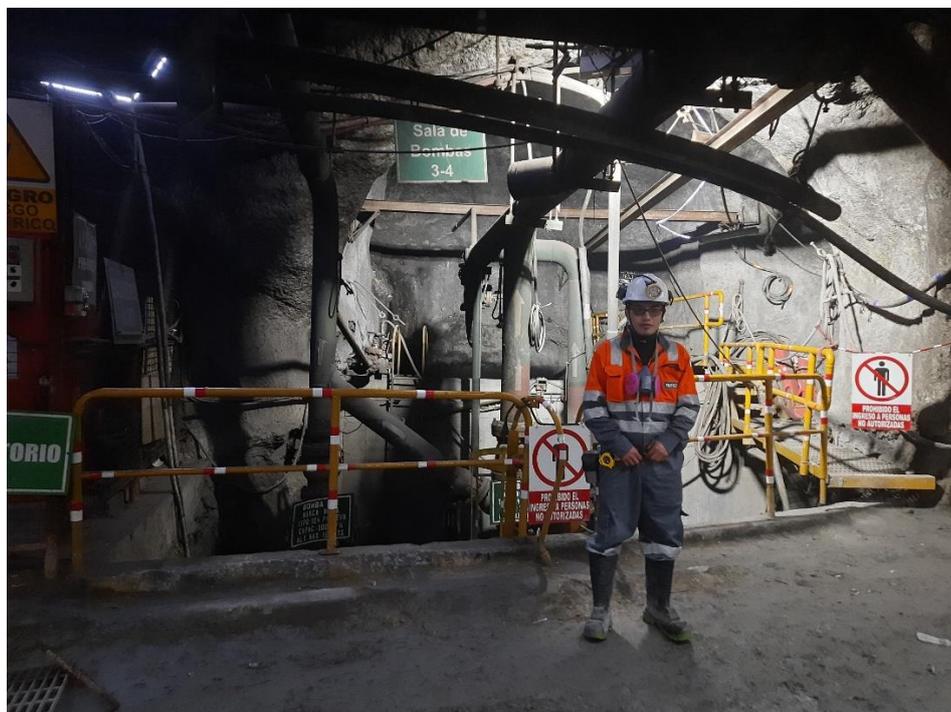
Equipo después de mantenimiento en el área de sostenimiento



Utilización de emperrador



Fotografía tomada en campo





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ALMONTE UCAÑAN HERNAN GONZALO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Ingeniería de Métodos para incrementar la productividad en las operaciones de la Empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C., Pasco, 2022", cuyo autor es ROJAS LOPEZ FRAN JERSON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

ATE VITARTE, 22 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ALMONTE UCAÑAN HERNAN GONZALO : 08870069 ORCID: 0000-0002-5235-4797	Firmado electrónicamente por: HALMONTEU el 22- 11-2022 13:23:37

Código documento Trilce: INV - 0960807