

CAPÍTULO I
GENERALIDADES

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. Introducción

En el presente proyecto se analizarán los costos de rendimientos y su influencia en el movimiento de tierras por métodos mecánicos en el municipio de Caraparí y Cercado.

El tipo de maquinaria involucrada en el trabajo de movimiento de tierras, indicará para cada caso los aspectos que se deben considerar, en una maquinaria con un material en particular. En el caso de los movimientos de tierras, la maquinaria se detalla de forma que el enfoque de su funcionalidad sea exclusivamente aplicado al tipo de material involucrado, nombrando las limitaciones y las características que inciden en la elección de ella, según sean las propiedades del suelo en que se trabaja. (Cadena, 2013)

El movimiento de tierras, comprende el grupo de actividades que producen las modificaciones necesarias para llegar al nivel de diseño de la sub rasante, mediante el empleo de maquinaria pesada cuyas funciones y rendimientos serán analizados. (Guevara, 2015)

Actualmente la participación del trabajo mecánico en la construcción pesada es superior al 60% y en la urbanización es del 40%. Una maquinaria siempre tiene que tener una disponibilidad en obra que no baje del 70% y dedicando toda la atención necesaria para que su eficiencia este muy cerca al 80%. (Cadena, 2013)

En esta investigación se comparan las actividades en campo que se desarrollan en el movimiento de tierras, las cuales serán fundamentales para la correcta ejecución de los trabajos en obra como la elección del tipo de maquinaria más adecuada de acuerdo al tipo de trabajo a realizar, el análisis del rendimiento de los equipos que intervienen en los movimientos de tierras y el análisis de costo horario y mensual de las actividades ejecutadas.

El presente trabajo de investigación identifica el problema mediante un análisis de la productividad de la maquinaria, con la finalidad de determinar su influencia en el movimiento de tierras y los trabajos que se realicen resguarden la seguridad, calidad y producción; realizando la recolección de información y cumpliendo los objetivos de nuestro proyecto.

1.2. Justificación

El presente proyecto tiene la finalidad de contribuir con información para mejorar el rendimiento de las maquinarias que son utilizadas en obra y sus costos; además de generar un tiempo menor de construcción y la optimización durante las actividades de movimiento de tierras.

Una de las principales razones para realizar este proyecto sobre el movimiento de tierras es el requerimiento de maquinaria pesada; para utilizar dicha maquinaria se tiene que hacer un trabajo previo de recolección de datos para obtener un rendimiento óptimo, utilizando herramientas como la observación técnica, registro de partes diarias, manuales de maquinarias y registro fotográfico, para escoger los equipos necesarios en las actividades de campo.

Con este trabajo se quiere que la ejecución de los movimientos de tierras no sea un trabajo difícil y complicado por diversos problemas como climáticos y recursos geológicos; además de documentar los rendimientos de las maquinarias para desarrollarlos y ejecutarlos confiadamente midiendo su rendimiento actual y establecerlos conforme se desarrollan en el campo.

El proyecto tiene como propósito dotar al programa de rehabilitación de tierras Tarija, un plan de mantenimiento, orientado a detectar, resolver y prevenir las fallas más comunes para la maquinaria en el área de maestría de la Institución; que contribuirá a reducir los costos y optimizar el trabajo. Con el apoyo del software Fracttal se evitará el desgaste acelerado de la maquinaria, garantizando su funcionamiento; y servirá como base para los siguientes proyectos de construcción vial.

1.3. Planteamiento del problema

1.3.1. Situación problémica

El análisis de los rendimientos y sus costos requiere del estudio de la maquinaria, tiempo y personal a cargo, para lograr el éxito en el cumplimiento de las diferentes tareas de movimiento de tierras y así poder predecir ó evitar las diferentes variables (retrasos y demoras) que se presenten en la obra.

El plan de mantenimiento es de gran importancia a realizarse en este trabajo para la Institución del PERTT, ya que no cuenta con uno propio por lo que las tareas de reparación, acondicionamiento y otras provocadas por fallas de manejo, y operatividad, generan incumplimientos de tareas programadas, retrasos en los tiempos de arreglo y desfase de obras de la institución . Se ha evidenciado que la actual maquinaria inactiva, que ha quedado sin uso debido a falta de repuestos, antigüedad y desgaste, entre otros factores, podría ser sujeta a evaluación técnica y en función a los informes realizar las decisiones que correspondan, como extracción de partes y componentes para otros equipos.

La incidencia de fallas en la maquinaria pesada es alta, debido a la naturaleza de los trabajos que se realizan en relación con aperturas de caminos, trabajos en ensanchamiento, maniobras en lugares difíciles que suman dificultades afectando directamente a la producción y exigen reparaciones in situ, cambios de repuestos, adaptaciones y gestión de lubricantes.

En función a las prácticas estudiantiles realizadas se constata que la institución no cuenta con un cronograma en el área de maestranza o taller, ni un responsable que ejecute las tareas de los mantenimientos integrales; y la misma situación se presenta en la empresa Convisa, que ejecutó las actividades de movimiento de tierras en el tramo Choeré – Acheral.

Según Palacios, cada año, el sector de la construcción es considerado mundialmente como una de las principales fuentes de contaminación medioambiental, pues produce enormes efectos negativos en el medioambiente ya sea directa o indirectamente y la mayoría de las

actividades de la construcción son excavaciones, rellenos, movimientos de tierra; también señala que el mercado de la excavación y el movimiento de tierra se encuentra en un buen momento tecnológico, dado que las empresas especializadas se han mantenido actualizadas. (Palacios, 2019)

Nuestro país se encuentra en un nivel intermedio de tecnología para el movimiento de suelos. Las empresas constructoras pueden acceder a una variada oferta de maquinaria y equipos, nueva y usada, de acuerdo a sus necesidades específicas y presupuestos.

1.3.2. Problema

¿Cómo el análisis de costos de productividad de maquinaria podrá determinar la influencia en el movimiento de tierras por métodos mecánicos a través del programa Fracttal?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar el costo de producción horaria y mantenimiento de la maquinaria mediante el uso del programa Fracttal, para determinar la influencia en el movimiento de tierras por métodos mecánicos.

1.4.2. Objetivos específicos

- Registrar las diferentes actividades de movimiento de tierras, en los tramos de estudio.
- Realizar el análisis de los precios por hora y mensual de las actividades ejecutadas, en base a ellos determinar un presupuesto referencial de la maquinaria en el movimiento de tierras.
- Calcular los rendimientos de las maquinarias del movimiento de tierras, mediante el control de partes diarias.
- Determinar los beneficios técnicos y económicos del uso de maquinaria en las actividades de movimiento de tierra, utilizando la plataforma Fracttal.
- Elaborar un banco de datos con la información técnica de los repuestos e insumos utilizados.

1.5 Formulación de la hipótesis

1.5.1. Hipótesis

Si determinamos los factores que influyen en la productividad del movimiento de tierras por métodos mecánicos en el tramo Choeré – Acherál y en las actividades de apoyo del PERTT, entonces se podrá realizar un análisis del rendimiento y costos, de acuerdo a las actividades de obra y el equipo requerido.

1.6 Identificación de variables

- Variables independientes

Maquinaria específica para las actividades del movimiento de tierras.

- Variables dependientes

Costo del rendimiento de la maquinaria en el movimiento de tierras por métodos mecánicos.

1.6.1. Conceptualización y operación de las variables

Tabla 1: Operacionalización de variable independiente

Variable independiente	Definición	Dimensión	Indicador	Preguntas
Maquinaria pesada	La maquinaria pesada incluye el grupo de máquinas utilizadas en actividades de	Factores primarios	Factor humano. Factor geográfico.	¿Qué distancias se registran para las actividades de movimiento de tierras?

	<p>construcción con la finalidad de remover parte de la capa del suelo, de forma de modificar el perfil de la tierra según los requerimientos del proyecto de ingeniería específico, transportar materiales.</p>	<p>Factores secundarios</p>	<p>Transporte de los suelos.</p> <p>Proporciones del equipo.</p> <p>Uso adecuado del equipo.</p> <p>Personal.</p>	<p>¿Qué estudios previos se realizan al terreno con el fin de manejar las propiedades físicas de los suelos?</p>
--	--	-----------------------------	---	--

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Operacionalización de variable dependiente

Variable dependiente	Definición	Dimensión	Indicador	Preguntas
Rendimiento de la maquinaria	Los rendimientos de maquinaria pesada son una base sólida que aporta información valiosa para los procesos de planeación, estimación de costos y control, ajustando de mejor forma los cronogramas de actividades de movimientos de tierra.	Eficiencia	Equipos operativos. Demoras .	¿Cuáles son los procedimientos empleados en el trabajo?
		Efectividad	Rendimiento de una actividad productiva. Capacidad de lograr un trabajo.	¿Qué rendimientos existen en las actividades?

Fuente: Elaboración propia

1.7. Alcance del proyecto

El proyecto realizó un análisis de costos de producción horaria y mensual en movimiento de tierras, que permitirá comparar la maquinaria propia de la empresa Convisa y la maquinaria alquilada en el tramo Choeré – Acheral del municipio de Caraparí; y además de las diferentes comunidades que apoya el programa ejecutivo de rehabilitación de tierras Tarija en el municipio de Cercado.

La problemática para determinar los rendimientos de las actividades y el mantenimiento de la maquinaria es la baja ejecución presupuestaria en las labores técnicas, observaciones en campo y las respectivas tareas del mantenimiento de maquinaria con la plataforma Fractal.

Se analizó todos los aspectos sobre los movimientos de tierras como ser, excavación, acopio de materiales, terraplén compactado, conformación de capas, hormigones, muros de contención, capacidades de la maquinaria en costo de mantenimiento, organización en la obra, localización de las actividades.

1.8. Unidad de estudio o muestreo

1.8.1. Población

Movimiento de tierras en el tramo Choeré - Acheral y las actividades de apoyo en las diferentes comunidades por parte del PERTT.

1.8.2. Muestra

En este trabajo se tomó en cuenta las maquinarias propias y alquiladas para las actividades de movimiento de tierras en el tramo Choeré - Acheral y las maquinarias del PERTT que apoya a las diferentes actividades de las comunidades en el departamento de Tarija.

1.8.3. Muestreo

Se realizó el análisis de costo horario de operación de cada maquinaria y sus rendimientos; además de una propuesta de orden técnico para la maestranza del PERTT, ante las fallas y/o problemas en las maquinarias.

Se desarrolló parámetros de aplicación tales como: mantenimiento de maquinarias, comparación de costo horario, comparación de rendimientos, comparación de cada actividad y la elaboración de un plan de mantenimiento integral para la maestranza mediante el software Fractal.

1.8.4. Técnicas de muestreo

Las técnicas de muestreo son un conjunto de técnicas estadísticas que estudian la forma de seleccionar una muestra representativa de la población, es decir, que represente lo más fielmente posible a la población a la que se pretende extrapolar o inferir los resultados, asumiendo un error medible y determinado.

La obtención de datos se realizará mediante las planillas de ejecución en el tramo Choeré - Acherá y las actividades de apoyo en las diferentes comunidades por parte del PERTT.

El registro de datos se realizará mediante planillas con formato de rendimientos de cada actividad y la detección de fallas para su mantenimiento.

1.9. Métodos y procedimientos lógicos

1.9.1. Listado de actividades a realizar

- Reconocimiento y ubicación del tramo para el movimiento de tierras
- Investigación de campo: observación y fotografías
- Tabulación tiempo de proceso de las maquinarias.
- Análisis de los datos obtenidos.
- Determinación de los volúmenes según la capacidad de cada maquinaria.
- Clasificación de la maquinaria de acuerdo a su función.
- Análisis de costos de rendimientos.
- Elaboración de un plan de mantenimiento integral.

1.10. Análisis de resultados

Se buscó de manera amplia el conocimiento bibliográfico referente al movimiento de tierras, costos, mantenimiento y otros.

También se realizó el desarrollo del programa Fractal; la parte práctica del proyecto se procedió a un estudio de gabinete donde se obtuvo resultados en los cuales alcanzará críticas y autocríticas.

Este proyecto tendrá un seguimiento dinámico de las diversas tareas involucradas al mantenimiento y al personal asignado.

Selección de programa a usar

- El programa que se va a utilizar es microsoft word, excel y Fractal.

1.10.1. Estadística descriptiva

Por cuanto el objeto de estudio, maestranza y las diferentes maquinarias, se caracterizan por contener tareas y dotación de recursos, ambos necesarios para realizar tareas de reparación, diagnóstico y control de la maquinaria. La ocurrencia de fallas es alta por lo que el sistema de gestión requiere un buen nivel de dinamismo técnico que permita solucionar las tareas programadas.

Para el procesamiento de los datos que se vayan a obtener de los movimientos de tierra se utilizará el método estadístico descriptivo.

El presente trabajo desarrolló una metodología analítica, que implica fortalecer los puntos débiles a través de una organización de tareas y el incremento de la productividad.

CAPÍTULO II

MOVIMIENTO DE TIERRAS

CAPÍTULO II

MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.1. Movimiento de tierras

Según Yepes, la mecanización del trabajo en cualquier obra civil o de edificación es totalmente necesaria desde la perspectiva técnica, económica, humana e incluso jurídica. Las máquinas, que nacieron con el propósito de liberar al hombre de las tareas más penosas, se han convertido en herramientas para producir más, más barato y con mejor calidad. Han permitido abreviar la realización de labores que en otros tiempos parecían imposibles y, por consiguiente, han conseguido acelerar la acción del hombre sobre su entorno más inmediato. (Yepes Piqueras, 2015, pág. 10)

2.2. Adquisición y renovación de maquinaria

“Las empresas pequeñas deben afrontar el reemplazamiento de los equipos con el mismo rigor que las grandes, so pena de soportar serios problemas de descapitalización y de incrementos en los costes de producción.”

La maquinaria propia representa para la empresa un mayor potencial y prestigio; sin embargo, supone un mayor capital inmovilizado, el riesgo de paralización si no existe suficiente obra, la necesidad de contar con un parque o servicio de maquinaria y el riesgo de personal excedente cuando se paran las máquinas.

2.2.1. Alquiler frente a la compra de maquinaria

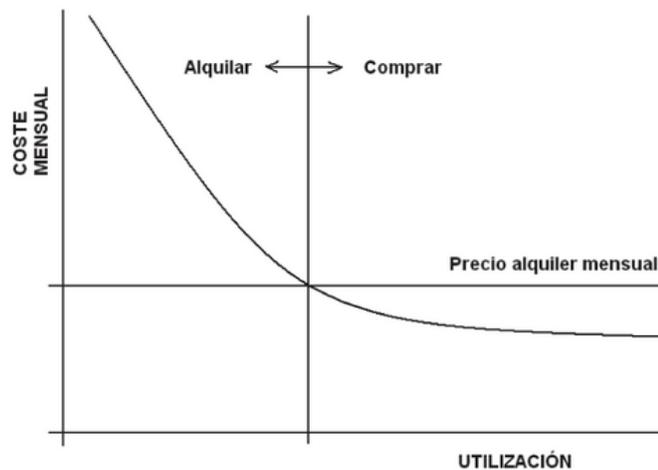
Una opción interesante frente a la compra de maquinaria consiste en alquilar aquellas máquinas más comunes y disponibles en el mercado. El alquiler permite laminar las puntas de trabajo en las obras y evita la posesión de máquinas paradas en momentos de recesión. Por otro lado, la competencia existente entre las empresas dedicadas al alquiler permite encontrar buenos precios en el mercado.

También existen otras motivaciones que aconsejan el alquiler frente a la compra: la carencia de suficientes recursos financieros en la empresa, una cartera escasa o heterogénea de obras, la dispersa geográfica de las obras, una baja utilización de las

máquinas, la carencia de mano de obra calificada o cuando la oferta de equipos en alquiler es alta. De forma similar al alquiler, existen pequeños subcontratistas que cuentan con máquinas y subcontratan una parte de la obra (voladura, movimiento y compactación de tierras, extensión de firme, etc.).

En la Figura 1 se representa la influencia del coste de la maquinaria con su utilización. El alquiler resulta interesante siempre que los costes lo aconsejen, lo cual está relacionado con un bajo grado de utilización de la maquinaria. En empresas pequeñas o medias se puede considerar el alquiler de una máquina cuando no sobrepase las 1,000 horas de trabajo anuales.

Figura 1: Costo y utilización

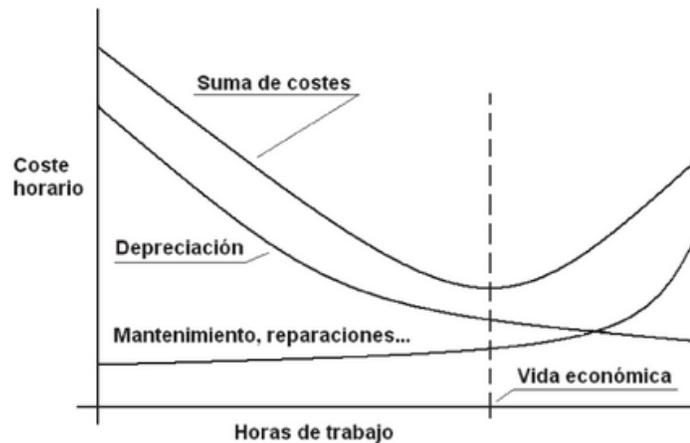


Fuente: Navas Cuenca, 2012

2.3. La vida económica de la maquinaria

El costo de la maquinaria es elevado al principio, poco después de su adquisición. Al envejecer la máquina, los costes por reparaciones y sustituciones de piezas son cada vez mayores. Por tanto existe un punto intermedio donde la relación de los costes acumulados respecto a las horas trabajadas es mínima. Dicho punto define la vida económica de un equipo, y es en ese momento cuando debería ser sustituido. La relación entre los costes horarios de una máquina a lo largo del tiempo se ha representado en la Figura 2.

Figura 2: Curva de costos



Fuente: Navas cuenca, 2012

Los contratistas que no registran los costes horarios pueden usar sus máquinas más allá de su vida económica, con lo que sus costes unitarios de producción serán mayores a los de su competencia. El reconocimiento y el tratamiento sistemático de la renovación de los bienes de equipo proporciona a las empresas amplias ventajas, reduciendo:

- Los costos de conservación.
- Los costos de producción, salvando la competencia.
- Las pérdidas por chatarra o retoques.
- Las demoras y tiempos perdidos.

Los contratistas que no registran los costes horarios pueden usar sus máquinas más allá de su vida económica, con lo que sus costes unitarios de producción serán mayores a los de su competencia. El reconocimiento y el tratamiento sistemático de la renovación de los bienes de equipo proporciona a las empresas amplias ventajas, reduciendo:

- Los costos de conservación.
- Los costos de producción, salvando la competencia.
- Las pérdidas por chatarra o retoques.

- Las demoras y tiempos perdidos.

Los costos horarios de reparación siguen una curva ascendente con las horas acumuladas de trabajo. Esta circunstancia evidencia cierto recorte de la vida económica de aquellas máquinas de las cuales dependen otras. También sugiere la duplicidad de estos equipos y su trabajo en paralelo.

2.3.1. Selección de la maquinaria

Para la selección se procurará la unificación de los equipos (mayor simplicidad para el manejo, conservación y reparación, menor inventario de repuestos, simplificación en la formación y en la documentación); se considerará la adecuación de máquinas que han de trabajar en equipo; se analizarán los costes de mantenimiento (consumos de combustibles, materiales de conservación y piezas de desgaste); se estimarán las producciones previsibles. Además, deben valorarse los costes de los transportes de ida y vuelta, el coste de los montajes y de los desmontajes, los gastos de matriculación y los seguros. La elección de la máquina idónea para una obra determinada depende de factores tales como la situación geográfica de la obra y la facilidad de sus accesos, de la climatología, de la tipología del terreno, del tipo de energía disponible, del plazo de ejecución, de la forma y extensión de las obras, etc.

2.4. Costos de la explotación de la maquinaria

2.4.1. Estructura del costo

Se entiende por coste la valoración de los recursos empleados para la consecución de un objetivo definido. Se pueden agrupar de varias formas: en directos o indirectos si atendemos al objetivo del coste, en fijos o variables si es función del volumen del producto, en unitarios o totales dependiendo de la unidad de producto, y en históricos o futuros en relación a su dimensión temporal. El coste unitario sirve de referencia a las empresas constructoras frente a los precios de ejecución material de las unidades de obra que han servido como base de su oferta. Los costes horarios de las máquinas forman parte del coste de la unidad de obra correspondiente. Se consideran como costes directos la mano de obra que interviene en la ejecución de la unidad de obra, los materiales, los gastos

de personal, combustible, energía y otros que sean necesarios para el funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra, así como sus gastos de amortización y conservación.

Los costos indirectos generados dentro de la propia obra atienden a gastos del personal que dirige la misma, gastos de oficinas a pie de obra, locomoción, traslados de personal y sus familias, visitas de inspección, amortización de instalaciones comunes como laboratorios, talleres, almacenes, comedores, caminos de servicio y los costes imprevistos. Estos costes se repercuten proporcionalmente entre las distintas unidades de obra.

2.4.2. Costos horarios fijos y variables

- Costes fijos o de posesión (amortización, gastos de inversión, seguros, conservación y limpieza). Son independientes del número de horas de utilización de la máquina.
- Costes variables o de utilización (reparaciones, mano de obra del operador, elementos fungibles, carburantes, lubricantes, mano de obra, transportes e instalaciones, cuando sean necesarios). Son inherentes al funcionamiento de la máquina.

2.4.3. Costos de operación

Los costos de operación son aquellos que tienen los propietarios por tener el equipo funcionando en el lugar de trabajo. Estos costos son generalmente más grandes que los de propiedad.

2.5. Lubricantes y combustibles

Los consumos se dividen en principales y secundarios. Los principales corresponden a los carburantes y combustibles (gasoil, gasolina o energía eléctrica), y los secundarios son los lubricantes, aceites, filtros, grasa, algodones, etc. El gasto de combustible dependerá de su precio y consumo. El precio depende de factores como el importe del barril de petróleo, los impuestos, el transporte, etc. Los consumos dependen fuertemente del tipo y estado del equipo, las condiciones de trabajo, la altitud del emplazamiento de la obra, la

temperatura, el clima, la actitud o temperamento del maquinista o el rendimiento horario de la máquina. Por ejemplo, dos operadores usando la misma máquina en idénticas condiciones de trabajo pueden tener unas diferencias del 10-12% en el consumo simplemente por su actitud frente al trabajo.

Como consumos secundarios se encuentran el aceite para cárter, las grasas, aceites para filtros de aire, aceites para transmisiones y mecanismos hidráulicos, etc. Su consumo depende del estado de la máquina y de su motor, del ambiente de trabajo y de la calidad de los lubricantes empleados. Normalmente existe una correspondencia entre los consumos primarios y secundarios, pues ambos están relacionados con la potencia del motor y entre los precios de estos productos derivados del petróleo.

2.6. Averías y reparaciones

Incluyen todos los repuestos, materiales y mano de obra necesaria. Son costes no uniformes, que se elevan gradualmente con el tiempo y uso de la máquina. Dependen de la máquina y dureza de su trabajo, de los cuidados que se prodigan a diario (engrases, lubricantes, limpieza, etc.), del buen uso y montaje de la máquina, así como de la oportunidad y calidad de las reparaciones en obra. La mano de obra supone un tercio del coste, y el resto corresponde a las piezas de repuesto y materiales. La valoración de este coste suele ser proporcional a la amortización. Con una amortización lineal se adelantan fondos necesarios al final de la vida útil. Métodos no lineales, conducen a una estimación superior de los costes por reparaciones al principio de la vida de la máquina. Para las máquinas automotrices se consideran costes horarios entre el 60 y 100% del valor de la amortización horaria lineal. En las accionadas o remolcadas, este valor se reduce del 60 al 40%. También se pueden estimar los costes por reparaciones como una relación del coste de adquisición de la máquina. Para trabajos muy duros, el porcentaje oscila entre el 40 y el 80%, en trabajos normales, del 30 al 65%, y en trabajos suaves del 25 al 35%. Sin embargo, estas cifras son meramente indicativas, puesto que en máquinas de movimiento de tierras y trabajos duros el porcentaje puede alcanzar el 150%.

2.7. Costos de neumáticos

Los costes de los neumáticos pueden representar en las grandes máquinas (tractores pesados, mototraíllas.) un tercio de su coste total. En algunos casos, los neumáticos se venden a parte ajustándose al tipo de trabajo realizado por el equipo. Las máquinas con ruedas presentan un desgaste muy fuerte y se reponen, por término medio, entre las 2.500 a 4.000 horas de trabajo (de 30.000 a 50.000 km). En el caso de mototraíllas o palas cargadoras en condiciones de gran dureza, la vida se reduce a unas 1.000 horas. Como la vida de los neumáticos es inferior a la de la máquina, los costes de propiedad y de operación de ambos se estudian por separado. Así, la amortización de este tipo de maquinaria se hará deduciendo el coste de las cámaras y neumáticos del de adquisición de aquella. Su coste horario se calcula como la relación entre el coste de las cámaras y de los neumáticos y las horas de vida útil, considerando un 10% sobre el costo por reparaciones: recauchutados, pinchazos, etc.

2.8. Costo de operador

Este coste se refiere al personal necesario para que la máquina funcione. Comprende al maquinista, y a veces un ayudante e incluso algún peón. La complejidad de algunos equipos y la incidencia de la maquinaria en los costes de producción, precisan de especialistas cuyos emolumentos son frecuentemente superiores a los jornales base y de convenio. Los salarios del personal de maquinaria deben estar en consonancia con el del resto de la empresa, con el del mercado de trabajo, con las aptitudes, características y categoría del puesto del trabajo y con las prestaciones que es posible obtener del mismo. La remuneración de este personal se divide en dos partes. Por un lado, el jornal base que le corresponde al operador durante la jornada laboral, trabaje o no la máquina. Por otra parte, asociada normalmente al rendimiento de la máquina, este coste se reparte sobre las horas de trabajo de la máquina, que normalmente son unas dos mil anuales. El coste unitario de la mano de obra para el propietario de la máquina comprende varios conceptos:

- Partes fijadas por convenio: incluye el salario base fijado para cada categoría, el plus de asistencia y actividad, el plus de distancia, las vacaciones y las pagas extraordinarias.

- Otras compensaciones: las horas extraordinarias, los pluses de peligrosidad, las ayudas sociales y las primas sobre productividad o sobre horas de trabajo de la máquina.
- Otras cargas: incluye desplazamientos o gastos de formación.
- Cargas sociales: seguridad social, desempleo, formación profesional, fondo de garantía salarial, accidentes, etc. Estas cargas suponen entre el 30 y el 40% de lo que se le paga al operario.

2.9. Disponibilidad, fiabilidad y mantenimiento de los equipos

2.9.1. Distribución del tiempo de permanencia en obra

De los días que una máquina permanece en una obra, sólo una parte es reconocida por la legislación laboral y la organización de la obra para trabajar: es el tiempo de calendario laborable. El resto del tiempo la máquina permanece estacionada o puede ser utilizada para su mantenimiento o reparación. Las máquinas sólo pueden aprovechar un número de horas del calendario laborable denominado tiempo laborable real H_I debido a circunstancias fortuitas como los fenómenos atmosféricos, las huelgas, las catástrofes y otros motivos no previstos. La máquina se encuentra operativa, apta y dispuesta para el trabajo durante el tiempo de máquina en disposición H_d . Cuando la máquina se encuentra fuera de disposición, unas horas H_m se emplean en tareas previsibles como el mantenimiento, y otras horas H_a son imprevisibles como las reparaciones de averías. Un equipo en estado operativo puede estar parado H_p horas por causas ajenas a la propia máquina debido a una deficiente organización de la obra, a la falta de tajo, a la imprevisión de los suministros, al mal dimensionamiento de los equipos, a las averías de otras máquinas, etc. Por tanto, una máquina sólo dispone de un tiempo de trabajo útil H_u , donde puede producir durante H_t horas, o bien realizando trabajos no productivos o complementarios como cambios o preparación de tajos durante H_c horas.

Los días perdidos a causa de las lluvias forma parte de ese tiempo no aprovechable y depende, a su vez, entre otros factores de la cantidad de precipitación y del tipo de suelo donde se esté trabajando. Así por ejemplo, una precipitación de 30 mm/día, haría perder

aproximadamente 1 día en un suelo permeable de gravas y arenas, mientras que se podrían perder entre 3 y 4 días en un suelo arcilloso. Otro factor a tener en cuenta sería la reducción de horas laborables por efecto estacional. Así, los meses de diciembre, enero y febrero presentan un 60% de horas respecto al mes de julio.

2.9.2. Disponibilidad de una máquina

Desde la perspectiva de la disponibilidad, las máquinas se clasifican en dos grupos:

- Principales, cuyo fallo paraliza la producción de un equipo de máquinas:
Excavadoras, cargadoras, etc.; recisan de una elevada disponibilidad.
- Máquinas de producción trabajando solas, y máquinas secundarias en equipo con otras: Bulldozer excavando o ripando, retroexcavadoras en zanjeo, camiones, compactadoras, etc.

2.10. Fiabilidad de los equipos

2.10.1. Fiabilidad y avería

Una unidad simple o compuesta, bajo unas condiciones determinadas, puede no completar la misión para la cual estuvo diseñada y por lo tanto, dar lugar a un fallo. Los mecanismos llevan a un elemento al fracaso se deben a deterioros por desgaste, al medio ambiente o al azar. Los fallos pueden clasificarse en dos categorías:

- Fallo de parada o avería: causa el cese de una función.
- Fallo de deterioro: afecta a la calidad o causa deterioro funcional. El equipo sigue trabajando, pero las imprecisiones y otros tipos de degradación funcional crean defectos en el producto acabado o afecta a su productividad. El concepto de fiabilidad se encuentra relacionado con el de disponibilidad y el de mantenimiento. En efecto, las máquinas no son infalibles, y por tanto para aumentar su tiempo disponible en las obras se requiere una correcta política de reparación y mantenimiento. Se define la fiabilidad como la probabilidad de que una unidad

funcione satisfactoriamente en un intervalo de tiempo determinado, sin que sufra interrupciones de su trabajo por fallo de alguno de sus componentes, siempre que dicho dispositivo se emplee en condiciones establecidas.

2.10.2. Curva de fiabilidad de una máquina

Los equipos siguen a menudo un modelo de fallo similar. La curva de fiabilidad de una máquina representa la evolución de la tasa de fallos de una máquina a lo largo del tiempo. También recibe el nombre de “curva de la bañera”, por su forma. En dicha curva aparecen tres zonas que se diferencian por la frecuencia de los fallos y su causa.

- **Período de mortalidad infantil o de fallos prematuros:**

Caracterizada por una tasa de fallos elevada que disminuye rápidamente con el tiempo. Las causas de los fallos normalmente se deben a errores de diseño, de fabricación, de utilización u otras causas identificables, que una vez resueltas no suelen repetirse. Los fallos precoces ocurren durante la fase de rodaje de la máquina.

- **Período de tasa de fallos constante o vida útil:**

Los fallos aparecen de forma aleatoria y accidental debido a limitaciones del diseño más los percances causados por el uso o por un mal mantenimiento. Es aconsejable limitar la utilización de las máquinas a este período. Para reducir la cuota de fallos durante la vida útil, se debería rediseñar el equipo.

- **Período de desgaste:**

Caracterizado por deterioros crecientes con el tiempo, debidos a la vejez y terminación de la vida útil del equipo. Para reducir la tasa de fallos se requiere el reemplazamiento preventivo de los componentes gastados, antes de un incidente catastrófico, llegando incluso a la renovación completa del equipo.

Se podría alargar al máximo la vida útil de un equipo:

- a) Mediante un envejecimiento preventivo de las máquinas o sus componentes.
- b) Mediante la sustitución preventiva, reemplazando las unidades o componentes al acabar su vida útil, sin esperar a su avería, evitando que se produzcan fenómenos masivos de mortalidad por envejecimiento.

2.11. Mantenimiento y reparación de los equipos

Se define como mantenimiento o entretenimiento al conjunto de actividades encaminadas a conseguir la disponibilidad de una máquina para su funcionamiento al mínimo costo, con máximos rendimientos y con unas condiciones óptimas de operatividad y seguridad. Un correcto mantenimiento conlleva una elevada fiabilidad, y los equipos un mínimos costo de producción. Estas operaciones se realizan tanto con los equipos activos o parados. En el primer caso para evitar o corregir los fallos y en el segundo caso para que los equipos estén disponibles cuando sean necesarios.

Las operaciones de mantenimiento deben ser rápidas, eficaces y baratas. Se pueden establecer como principales objetivos del mantenimiento:

- Reducir al máximo los costes debidos a las paradas por averías accidentales de la maquinaria que comporten pérdidas de producción o de servicios, incluyendo en tales costes los correspondientes al propio mantenimiento.
- Limitar el deterioro de la maquinaria y en consecuencia, el aumento de los rechazos o la disminución de calidad del producto. Cada una de las tareas a realizar se asigna a un escalón que depende de la importancia de la obra en la que desempeñan sus servicios y con sus misiones específicas.

Las revisiones periódicas deben establecer el estado de conservación de la máquina, atender a su cuidado y determinar las reparaciones necesarias. Las cadencias habituales son las siguientes:

- Semanales: máquinas con cadenas y palas excavadoras, realizadas por el primer escalón.

- Quincenales: vehículos con ruedas, realizadas por el primer escalón.
- Mensuales: todo tipo de vehículos y máquinas, efectuadas por el segundo escalón.
- Trimestrales: vehículos con cadenas, llevadas a cabo por el segundo escalón.
- Semestrales: vehículos con ruedas, realizadas por el segundo escalón.

2.11.1. Planificación y programación del mantenimiento

La planificación y programación del mantenimiento de una máquina depende del tamaño de la empresa, de la complejidad de los equipos, del número de máquinas iguales, de la naturaleza de las operaciones, del coste de las paradas, etc. Siempre es necesario un procedimiento que evite, o al menos reduzca las averías, detecte y diagnostique los defectos y repare o corrija los efectos del uso, sujetándose en todo momento a los presupuestos económicos de la empresa. No existe una clasificación rígida de los sistemas de mantenimiento, cada empresa debe elegir el sistema adecuado para cada tipo de máquina. En algunas máquinas se precisa un sistema preventivo avanzado y, en cambio, a otras máquinas se las deja funcionar hasta la detención forzosa por avería. No es admisible que una misma máquina participe de dos sistemas diferentes. Las políticas de mantenimiento pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Corrección por avería: consiste en dejar los equipos en servicio hasta que aparezca un fallo, subsanándose la avería lo antes posible. Ello no implica la omisión del entretenimiento del primer escalón. Este sistema se utiliza en pequeñas empresas en las que no es justificable una plantilla para estos menesteres, acudiéndose a especialistas del exterior para las reparaciones. A pesar de la aparente economía de este proceder, sólo se justifica en contadas ocasiones, o cuando se contase con muchas máquinas iguales y de capacidad holgada. El problema económico que provoca la paralización súbita e inesperada de una máquina puede dejar fuera de producción a otros equipos dependientes de ella.
- Mantenimiento rutinario: Se dan unas instrucciones generales para el entretenimiento de grupos homogéneos de máquinas para evitar los fallos. La

frecuencia de las tareas normalmente se basa en el buen sentido y la experiencia del responsable de mantenimiento. Estas revisiones suelen incluir engrases, pruebas, inspecciones y reglajes. Es un sistema de coste bajo, dada su simplicidad, y que puede resolver numerosas averías antes de producirse.

- Mantenimiento preventivo planificado: Se establecen ciclos de revisiones y sustituciones de los órganos más importantes de la maquinaria en función de las instrucciones del fabricante, de la forma o régimen de utilización, emplazamiento de la obra, etc. Este método permite un registro de averías, frecuencias, piezas dañadas, etc., que proporciona la esperanza de vida de los elementos en funcionamiento. Llegado el momento previsto, se sustituye la pieza o conjunto, aun encontrándolos en buenas condiciones de funcionamiento. La programación de las tareas se realiza según el "método de la pieza crítica". El elemento que presenta menor esperanza de vida establece la cadencia temporal de la sustitución del resto de las piezas.

El mantenimiento preventivo resulta más caro a corto plazo, pero permite programar los tiempos fuera de servicio y evita los fallos catastróficos, con lo que aumenta la eficacia del servicio. La corrección por averías resulta más cara a medio y largo plazo, pues no permite una programación a priori de los tiempos de parada, aumentando la probabilidad de que ocurran fallos graves, disminuyendo la eficacia del servicio de reparación.

El mantenimiento preventivo permite conocer el desgaste de la máquina y repararla antes de que se produzca una avería importante es:

- Más rápido: Avería de menor grado, ahorro de tiempo de reparación, posibilidad de programar la reparación, menor trastorno a la situación de trabajo de la máquina.
- Más económico: Tiempo de reparación más corto, ahorro en mano de obra y en número de piezas a sustituir. Sin embargo, con un mantenimiento preventivo planificado, a pesar de que se detecta la avería con la mayor anticipación posible, no se remedian las causas que ocasionan los fallos. Lo adecuado es pensar en el

mantenimiento desde el diseño o adquisición de las máquinas e instalaciones. Son los fabricantes los que pueden actuar en el diseño de sus productos para que éstos sean robustos, y por tanto disminuya al mínimo las tareas y los costes de mantenimiento.

2.11.2. Reparaciones

Las labores de entretenimiento y las revisiones aportan datos valiosos para someter a la maquinaria a tareas de reparación con carácter preventivo, tratando de evitar la ocurrencia del fallo. Estas tareas son muy variadas, abarcando desde el apriete de elementos de fijación, reglaje o ajuste en obra, o bien extenderse a la sustitución de piezas o de unidades completas. Se pueden clasificar las reparaciones en tres grupos, atendiendo a su importancia:

- Pequeñas reparaciones: La reparación o la sustitución de piezas de pequeña importancia y las operaciones de acondicionamiento que no precisen equipos especializados. Son pequeñas reparaciones realizadas por el segundo escalón: la reparación de fugas en el sistema hidráulico, la puesta a punto del motor, la sustitución de muelles, la nueva instalación de cables en el encendido, etc.
- Sustitución de piezas: La sustitución de conjuntos como generadores, bombas de agua, diferenciales o motores enteros se realiza normalmente por el tercer escalón. Para reducir tiempos de espera, la unidad se reemplaza inmediatamente y la pieza dañada se acondiciona en el taller o se entrega al fabricante. Ello implica la disposición en existencias de las piezas de mayor demanda.
- Grandes reparaciones: Se trata de grandes sustituciones de elementos que, tras el resultado de una inspección trimestral o anual, deben reemplazarse después de un periodo de uso. Las grandes reparaciones se deciden en el parque central a partir de las informaciones estadísticas disponibles. Estas reparaciones se realizan en el tercer o cuarto escalón, aunque a veces conviene desplazar a la obra un equipo especializado con taller móvil o bien llevar la pieza a reparar a un taller externo.

2.12. Ciclos de trabajo de un equipo de máquinas

Se denominará ciclo de trabajo, en su sentido más amplio, a la serie de elementos u operaciones elementales que se suceden para realizar completamente una tarea u operación.

Tiempo del ciclo será el invertido en realizar toda la serie de operaciones elementales hasta completar el ciclo, pudiéndose referir a un recurso o a un conjunto de ellos El tiempo del ciclo de una máquina se descompone en varios sumandos:

- Tiempo fijo: es la duración de determinadas operaciones que requieren un tiempo determinado como la carga, descarga y maniobras en el caso de una pala cargadora de tierras.
- Tiempo variable: es la duración de las operaciones elementales que dependen de determinadas condiciones del trabajo, por ejemplo la distancia en un ciclo de transporte.
- Tiempo muerto de inactividad: son tiempos de espera que invierte una máquina en esperar a otra cuando realizan juntas una operación.

2.13. Producción de equipos

2.13.1. Rendimiento y factores de producción

Una vez determinada la duración de un ciclo, es posible calcular el número de ciclos que realiza un equipo en la unidad de tiempo. La producción por unidad de tiempo o rendimiento de un equipo P será el producto de lo producido en un ciclo (capacidad de producción) C_p y del número de ciclos realizados en dicho periodo N_{ct} .

La producción de una máquina o un conjunto depende de múltiples factores como son el clima, la dureza del trabajo, los turnos, el estado de las máquinas, el dimensionamiento de los equipos, la habilidad y experiencia del operador, la existencia de incentivos a la producción, etc. Es posible encontrar en manuales o fichas técnicas, tablas o gráficos que aportan datos sobre la producción teórica de los equipos. Sin embargo, dichas

producciones se han calculado o medido en circunstancias especiales y concretas, muchas veces muy favorables y optimistas.

2.13.2. Factores que determinan la producción de un equipo

Para el responsable de una obra resulta imprescindible conocer los factores que influyen en los rendimientos que está obteniendo de sus máquinas. Este conocimiento puede corregir y elevar los valores de la productividad. Dichos factores son los siguientes:

- Factor de disponibilidad F_y : Relación entre el tiempo disponible y el tiempo laborable real. Si su valor es bajo, se deben investigar las causas: mala conservación, lentitud en las reparaciones, falta de repuestos, mal estado de la máquina o poca fiabilidad.
- Factor de utilización F_u : Relaciona el tiempo de utilización con el de disposición. Nos indica la calidad de la organización y planificación de la obra. Un valor bajo de este factor puede deberse a una mala programación, a la falta de comunicación entre los mandos, a la falta de previsión de tajos alternativos, etc.
- Eficiencia horaria, factor de eficacia o factor operacional F_e : Es el cociente entre la producción media por hora de utilización y la producción tipo de una máquina. Considera las horas de trabajo no productivo dedicado a tareas varias como traslados, preparación de tajo o tareas auxiliares. Depende fundamentalmente de la selección del personal y del método de trabajo. Normalmente su valor oscila entre 1,2 y 0,8.

2.14. Producción de un equipo de máquinas trabajando en cadena

En numerosas ocasiones, la producción de una máquina está ligada al trabajo de la máquina que le precede. Esto ocurre, por ejemplo, en el procesamiento de áridos o mezclas con varias máquinas que reciben el producto una de otra. La paralización de cualquiera de ellas supondría la paralización de toda la cadena.

2.15. Tipos de máquinas

Las máquinas para movimiento de tierra suelen entrar en las obras como alquiladas y en la mayoría de los casos subcontratadas. Normalmente los maquinistas conocen el manejo de la máquina y la forma de hacer su trabajo, lo que en ocasiones hace que incluso se trabaje de manera solitaria, algo por otra parte nada recomendable desde el punto de vista de la prevención de riesgos profesionales. Por otra parte, todos los equipos de trabajo deben estar en perfectas condiciones de uso, sin que esto suponga riesgos.

2.16. Marco conceptual

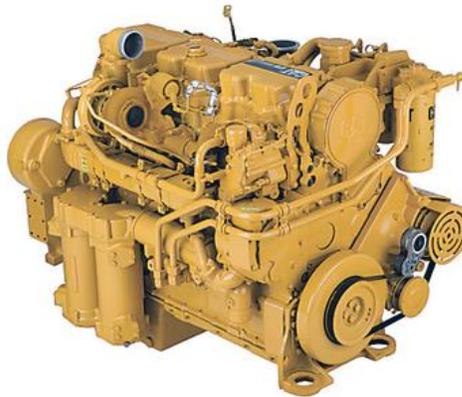
2.16.1. Motor

Un motor es la fuente de energía mecánica imprescindible en un vehículo o máquina para poder moverse, sin el motor no hay movimiento, y dicho vehículo o máquina no podría funcionar, es decir sería inservible para desarrollar las actividades a las que está destinado.

El motor es la parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema, transformando algún tipo de energía, en energía mecánica en forma de rotación de un eje o movimiento alternativo de un pistón, esta energía mecánica resultante es capaz de realizar un trabajo, por lo que podemos decir que este efecto es una fuerza que produce el movimiento. (Martínez, 2021)

Según Martínez, ante la falla o defecto del motor, el funcionamiento del resto del equipo se verá afectado, por lo que es importante conocer el principio de operación del componente para tener la capacidad de dar un servicio adecuado al motor, y así desarrollar de la mejor manera posible los trabajos a los que este destinado dicha maquinaria.

Ilustración 1: Motor maquinaria pesada



Fuente: Centro internacional de maquinaria

2.16.2. Transmisión

Se le llama transmisión al conjunto de bandas cadenas o engranes que sirven para comunicar fuerza y movimiento desde un motor hasta su punto de aplicación. Por lo general, una transmisión es el mecanismo de control de fuerza en el tren de potencia de un vehículo. La transmisión mecánica, en combinación con un embrague principal, controla la potencia producida por el motor.

Una transmisión proporciona el avance y el retroceso de la máquina, controla diferentes velocidades y diferentes fuerzas de empuje. El avance y retroceso, los cambios de velocidades y las multiplicaciones de la fuerza de propulsión, se producen mediante la conexión mecánica de diferentes trenes de engranajes en ejes paralelos. (Martinez, 2021)

Ilustración 2: Transmisión de maquinaria pesada



Fuente: Centro internacional de maquinaria

2.16.3. Sistema hidráulico

Un sistema hidráulico típico está compuesto por el tanque del fluido hidráulico; bomba para impulsar el fluido; mangueras de alta presión; cilindros con sus respectivos émbolos; tubos, válvulas y filtros.

Los cilindros reciben la acción del aceite y estos a su vez comunican movimiento a los accesorios que utilizan las máquinas para ejecutar el trabajo (hoja empujadora, cucharón, desgarrador, etc.).

Las fallas de los componentes del sistema hidráulico suelen tener por causa el agua en el lubricante. Ésta se evapora cuando se calienta el sistema hidráulico, y se produce la erosión de las planchas de extremo de las bombas de paletas; si el sistema usa bomba de engranajes, las erosiones se producen en el cuerpo; si la bomba es de pistones, las placas de lumbreras son las atacadas por la erosión.

Los sistemas hidráulicos son simples y la potencia se puede transmitir fácilmente a piezas en movimiento, mediante mangueras y tuberías. Un sistema hidráulico depende del líquido en las tuberías para su funcionamiento; se usa líquido porque éste no puede ser comprimido dentro de un área más reducida, pero sí tiene facilidad de desplazamiento. (Martinez, 2021)

Ilustración 3: Sistema hidráulico maquinaria pesada



Fuente: Centro internacioal de maquinaria

2.16.4. Filtro de aceite

Cuerpo poroso o aparato a través del cual, se hace pasar un fluido, para limpiarlo de las materias que contiene en suspensión o para separarlo, de las materias con que está mezclado, los filtros están fabricados en su interior con un material poroso de origen textil que permite el paso del aceite, pero retiene las impurezas, por lo que debemos cambiarlos periódicamente dado con el tiempo se van obstruyendo, dificultando el pasaje del aceite. (Martinez, 2021)

Ilustración 4: Filtro de aceite



Fuente: Centro internacioal de maquinaria

2.16.5. Filtro de aire

Los filtros de aire son los encargados de evitar que las partículas contaminantes del medio ambiente entren al interior de los motores y lo afecten, tanto en su buen funcionamiento como en su estado mecánico. Sin los filtros de aire adecuados para cada tipo de Maquinaria y si estos no permanecen limpios y libres de las partículas contaminantes como polvo y sustancias extrañas, la vida útil del motor se reduce, aumenta el desgaste, puede obstruir el paso de aire en la cantidad necesaria para la combustión interna, lo que puede causar una disminución de la potencia e impedir su funcionamiento normal. (Martinez, 2021)

Ilustración 5: Filtro de aire



Fuente: Centro internacional de maquinaria

2.17. Rendimiento - aceites

Según Martínez, las cualidades específicas y las ventajas del aceite de motor 10w30 son numerosas. Las capas de aceite de motor se depositarán en las distintas piezas del motor. Como resultado, se reducirá la fricción entre ellos. Además, le ayudará a mantener el motor frío y a ahorrar desgaste. Se recomienda utilizar aceite de motor 10w30 para mantener los componentes de su motor libres de corrosión. Este aceite de motor le ayudará a prolongar la vida útil del motor de su vehículo.

Los conductores apreciarán los cambios de marcha y embrague suaves y silenciosos. Incluso a temperaturas extremadamente altas, la viscosidad de este aceite de motor no se ve afectada. Los motores de biodiésel y biocombustible se beneficiarán enormemente de este aceite de motor, que es muy recomendable. El aceite de motor 10w30 es adecuado para su uso tanto en climas fríos como cálidos. El aceite de motor 15w40 es un aceite de motor de alto rendimiento. También se incluye aceite de motor sintético plus para servicio pesado.

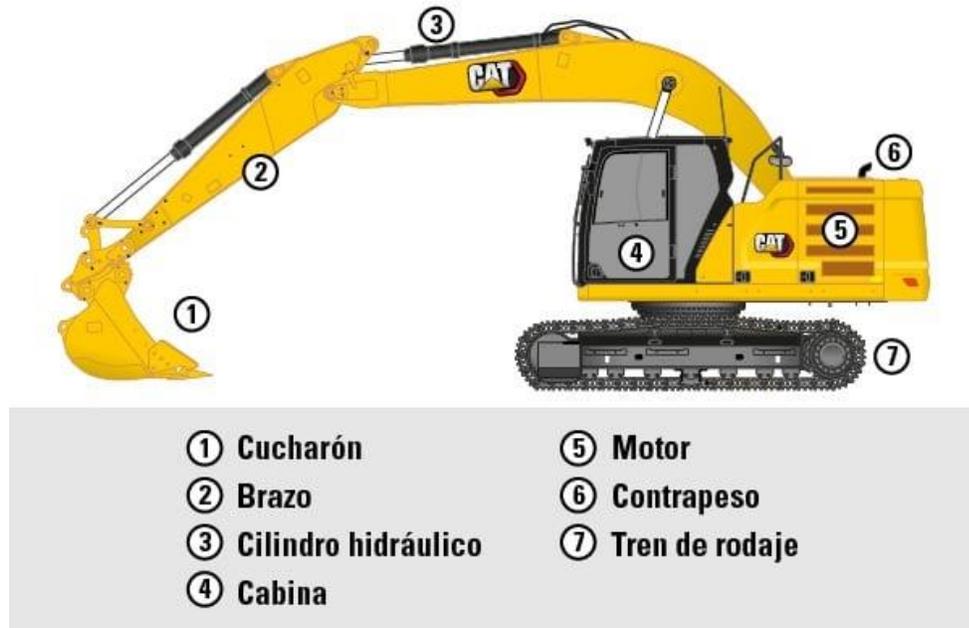
2.18. Maquinarias

2.18.1. Excavadora

Las excavadoras son equipos esenciales para una gran variedad de proyectos, desde construcción, movimiento de tierras, demolición, operaciones de canteras y minas; hasta, para el manejo de desechos y productos de reciclaje. Y como su nombre lo indica, su principal funcionalidad es la excavación, aunque actualmente son equipos versátiles que logran cumplir varios propósitos.

A pesar de contar con varios tipos, la mayoría de las excavadoras hidráulicas funcionan según el mismo principio: el motor (comúnmente diésel) acciona las bombas hidráulicas que presurizan el aceite y mueven los componentes de conducción y excavación. La principal diferencia entre los tipos de excavadoras que veremos es la capacidad y la dimensión de las diferentes partes. (Madisa, 2022)

Ilustración 6: Excavadora maquinaria pesada



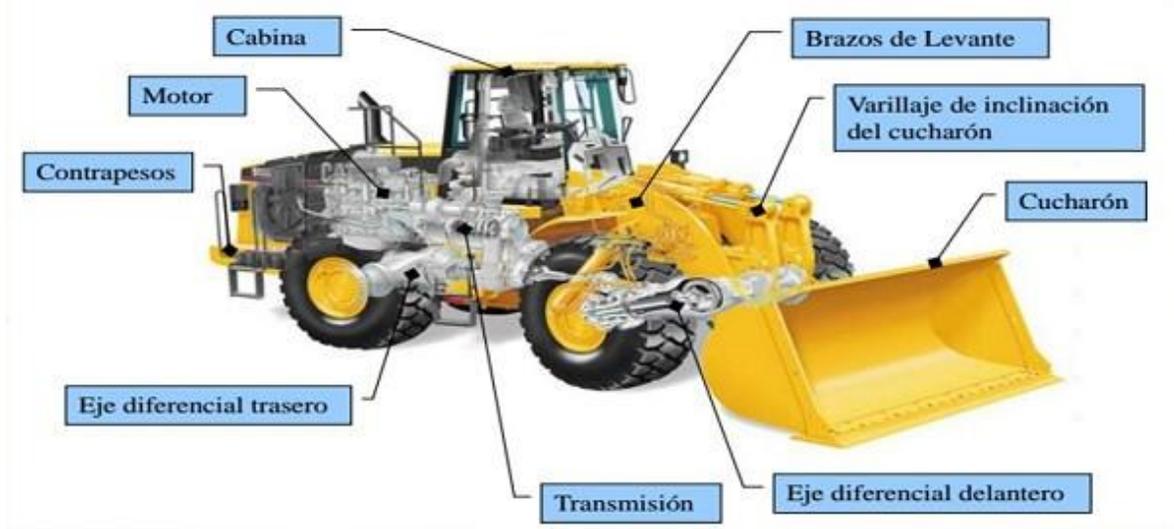
Fuente: Madisa, 2022

2.18.2. Pala cargadora

Las palas cargadoras facilitan las tareas de construcción, además de ser capaces de desplazar materiales con rapidez de un punto a otro. Son máquinas indispensables para actividades que generan muchos escombros, como es el caso de la excavación.

Es una máquina condicionada con un balde o cucharón apropiado para las actividades sea en obras horizontales (carreteras o vías, actividades de minería, túneles, presas hidráulicas y otras), o verticales (edificaciones de vivienda, centros comerciales, puentes), que implican el movimiento de tierra o roca en grandes volúmenes y superficies, obligando a contar con capacidades de cargue en estos accesorios que pueden ir desde 1.0 metro cúbico, o menos (caso mini cargadoras), hasta grandes palas frontales sobre neumáticos con una capacidad hasta 72 toneladas en su balde o cucharón con 258 toneladas de peso operativo. (Madisa, 2022)

Ilustración 7: Pala cargadora maquinaria pesada



Fuente: Madisa, 2022

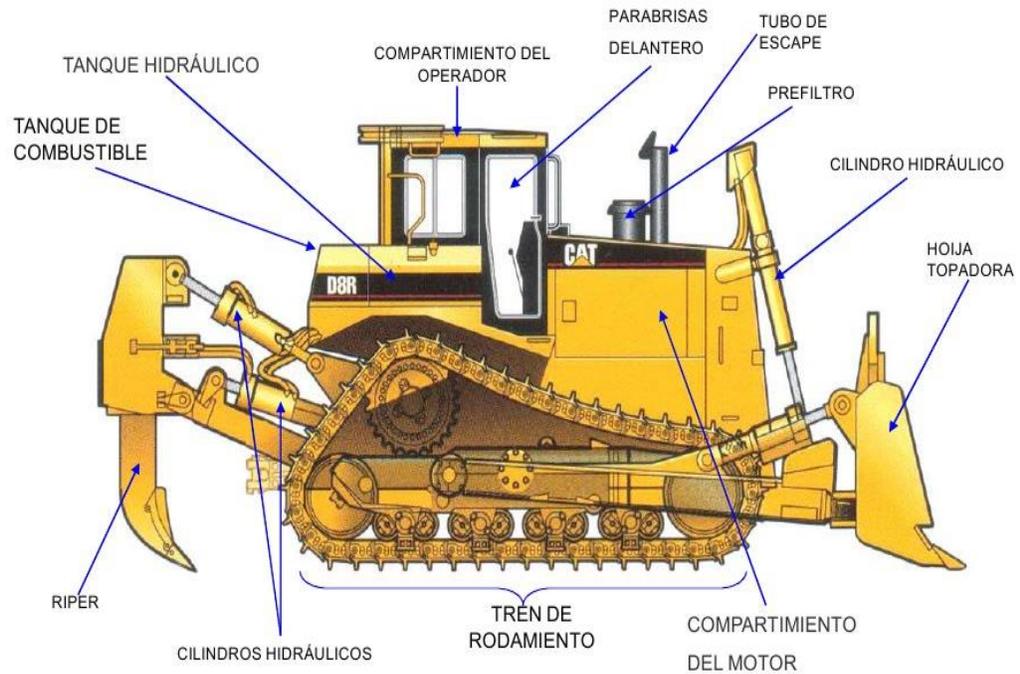
2.18.3. Tractor oruga

Según Martínez, los tractores de orugas son maquinaria pesada y reciben su nombre debido a los eslabones que forman una correa flexible que se asemeja a una oruga. Se mueven de manera similar. Este sistema también se puede ver en carros de combate.

El llamado mecanismo de orugas se basa en un conjunto de eslabones modulares que permiten un movimiento estable en terrenos irregulares y accidentados, gracias a que la fuerza que ejerce el tractor sobre la superficie es mínima. Las barras suelen formar parte de un cinturón blando con un conjunto de eslabones duros unidos entre sí. Las juntas compuestas ayudan a distribuir el peso por la superficie y se mueven sin hundirse.

La principal ventaja de un tractor de oruga sobre un tractor convencional es la mayor tracción que desarrolla. Al tener una superficie de contacto con el suelo más grande que un sistema de ruedas convencional, permite la maniobrabilidad en terrenos difíciles donde las pendientes y los derrumbes afectan el progreso de otro tractor.

Ilustración 8: Tractor oruga maquinaria pesada



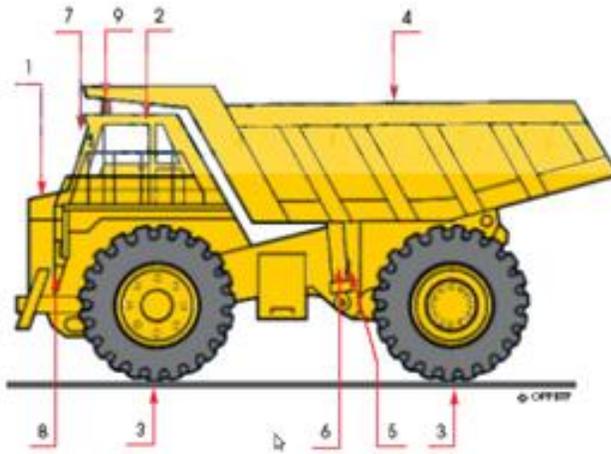
Fuente: Madisa, 2022

2.18.4. Volqueta

Las volquetas son quizás las maquinarias más utilizadas en cualquier tipo de obra civil. Son vehículos automóviles que poseen un dispositivo mecánico para volcar la carga que transportan en un cajón que reposa sobre el chasis del vehículo. La composición mecánica de la volqueta depende precisamente del volumen de material que pueda transportar el cajón. Por tal razón, este tipo de maquinaria de carga cumple una función netamente de transporte ya sea dentro de la misma obra o fuera de ella.

Existen las volquetas más comúnmente utilizadas que son las de 7 metros cúbicos. Estas generalmente poseen solo dos ejes y se pueden utilizar para transporte interno o externo en la obra. Generalmente, dentro de la obra son utilizadas para transportar cualquier tipo de material que, por tiempo, por cantidad y por factibilidad, el ser humano no puede transportar. Fuera de la obra las volquetas son utilizadas para transportar de las canteras a la obra o viceversa el material que se requiera llevar allí. (Madisa, 2022)

Ilustración 9: Volqueta maquinaria pesada



Fuente: Madisa, 2022

2.19. Diferentes tipos de costos

2.19.1. Costo de inversión

Es el costo de un bien que constituye el conjunto de esfuerzos y recursos realizados con el fin de producir algo. La inversión está representada en tiempo, esfuerzo o sacrificio, y recursos o capitales. La producción de un bien requiere el siguiente conjunto de factores integrales:

- Cierta clase de materiales.
- Un número de horas de trabajo-hombre, remunerables.
- Maquinaria, herramienta, etc., y un lugar adecuado en el cual se lleva a cabo la producción. Estos factores pueden ser físicos o de otra naturaleza, pero su denominador común es la moneda como unidad de medida.

2.20. Clasificación de los costos

En conclusión, tenemos:

- Gastos directos. Son erogaciones que reúnen las tres cualidades (identificable, cuantificable y representativo), todo esto en la unidad de medida del satisfactor

realizado. Una característica muy importante de los gastos directos es que estos exigen un control por parte de la empresa que los eroga, lo cual implica que se desarrollen las medidas de control que las circunstancias y sus condiciones permitan en cada una de ellas.

- Gastos indirectos. Son erogaciones que, al no reunir al menos una de las cualidades anteriores, deben ser consideradas como tales. Su característica es que se dejan “libres” de control pues, en la mayoría de los casos, resultaría más caro establecer medidas para controlar los gastos indirectos, que permitir el uso de los mismos, dejando al alcance de los empleados la posibilidad de sustraerlos para uso personal.

De acuerdo con el volumen de producción:

- Gastos fijos: Los volúmenes de producción no los afectan para aumentar o disminuir su producción; permanecen constantes en su magnitud. Son gastos que no sufren modificación alguna; por ejemplo, el arrendamiento, las depreciaciones cuando se decide utilizar, de conformidad con la NIF C-6, el método denominado línea recta.
- Gastos variables: Gastos cuya magnitud es cambiante en relación directa con el volumen de la producción. En este concepto intervienen innumerables gastos que podemos mencionar; sin embargo, más adelante serán analizados de conformidad con la entidad económica a la que se le aplique en particular. El caso más repetitivo es el de la energía eléctrica, debido a su naturaleza de producción, pues no es lo mismo considerar dicho gasto en una industria textil que en un restaurante, este último establecimiento seguramente formará parte de los fijos. (Reveles Lopez, 2019)

Porcentaje de tiempo improductivo: es el cociente entre la suma de los tiempos de parada activa, cambios y averías y el tiempo de actividad. (Arias Álvarez y otros, 2010)

2.21. Plataforma de mantenimiento inteligente – Fracttal

Fracttal One es el software de gestión de mantenimiento y activos físicos más poderoso del mundo. Es la movilidad para realizar una gestión moderna, en una sola plataforma, desde cualquier dispositivo y con toda la información en la nube.

2.21.1. ¿Cómo funciona?

Fracttal One cuenta con una APP ideada para ofrecer al personal que trabaja constantemente fuera de las instalaciones, una herramienta para acceder instantáneamente a rutas de mantenimiento o inspección, recibir alertas y realizar tareas a través sus dispositivos móviles.

2.21.2. Características de Fracttal

Fracttal está especializada en herramientas de gestión de mantenimiento para cualquier tipo de organización o industria. Facilita el control de todos los recursos desde una única plataforma, desde cualquier dispositivo y con toda la información disponible directamente desde la nube.

Se programan las operaciones de mantenimiento de forma rápida y sencilla, asignando recursos y responsables a cada tarea. El software indica de forma automática el trabajo pendiente, administra los repuestos, herramientas o servicios y valida las ejecuciones.

Cuenta con dashboards para poder visualizar la gestión del mantenimiento en tiempo real.

2.21.3. Ventajas de Fracttal

- Movilidad, acceso desde cualquier lugar y dispositivo.
- Información en tiempo real.
- Análisis de la gestión por medio de inteligencia de negocio.
- Notificación de incidencias.
- Integración con otras herramientas.

2.22. Mantenimiento de maquinaria y equipo

Las tareas de mantenimiento de maquinaria y equipo han ido adquiriendo una importancia creciente en la actividad minera. Y es que los avances tecnológicos que se han introducido en estas máquinas y equipos han generado, en paralelo y como consecuencia, la necesidad de contar con servicios cada vez más especializados para mantenerlos, lo que ha impulsado la creación de un rubro de empresas dedicadas a ofrecer servicios de soporte de estos activos para garantizar su continuidad operativa mediante el uso de diversos métodos y sistemas.

2.23. Condiciones para un funcionamiento correcto

- La máquina o el equipo de trabajo sólo pueden utilizarse para el uso previsto. Debe prohibirse el uso involuntario en situaciones imprevistas, como el uso de equipo eléctrico convencional en una atmósfera explosiva.
- Las instrucciones de funcionamiento facilitadas por el fabricante deben estar a disposición de los usuarios y deben aplicarse las condiciones de localización y accesibilidad.
- Si una máquina o un equipo de trabajo entraña riesgos para su utilización, sólo debe ser utilizado por personal autorizado y debidamente formado.
- Si el uso de equipos de protección individual es necesario para realizar el trabajo, el operador debe ser informado de esta necesidad y debe exigir su cumplimiento.
- Si por las características de la máquina, es probable que se produzcan riesgos dentro de su radio de acción durante su funcionamiento (zona peligrosa) y es necesario establecer una zona de seguridad a su alrededor, es necesario delimitarla, instalar, en su caso, las barreras de protección adecuadas y marcarlas para informar a los demás usuarios del riesgo que supone entrar en esta zona mientras el equipo está en funcionamiento. Cuando el equipo de

trabajo se encuentra en una habitación y es peligroso para cualquier persona entrar de forma inesperada, se deben tomar medidas similares.

- Si se utiliza una máquina o un equipo con fines didácticos, su uso por parte de los alumnos debe realizarse bajo la supervisión del profesor, del ayudante de laboratorio o del profesor del taller, y estas medidas de seguridad y atención deben ser extremas si el uso de la máquina entraña riesgos para los que la utilizan o para los que están cerca de ella.
- Deberá garantizarse el mantenimiento de las condiciones de seguridad durante toda la vida útil de los equipos de trabajo. Cada unidad debe gestionar el mantenimiento preventivo indicado por el fabricante y llevar a cabo las revisiones legales oportunas.
- Si el fabricante no las especifica, el estado de seguridad de los equipos de trabajo deberá comprobarse al menos una vez al año.
- Es necesario registrar el control seguido (seguridad y salud de los trabajadores). Estos registros deben existir en cada unidad y estar a disposición de la autoridad laboral, que podrá solicitarlos, fundamentalmente, en caso de incidentes.
- Es necesario tener en cuenta las condiciones de trabajo a desarrollar y sus características (ambientes con polvo, humedad, vapor, campo electromagnético, etc.). Cuando una máquina o equipo de trabajo necesite estos requisitos, se deberá consultar a las unidades técnicas del Órgano Rector con competencia en Infraestructuras,
- Recursos materiales y servicios antes de su instalación y puesta en marcha.
- En el caso de que un equipo de trabajo tenga características especiales a tener en cuenta en situaciones de incendio, o acciones especiales a realizar en caso de fallo eléctrico imprevisto, posibilidad de explosión, etc., que requieran acciones restrictivas o formas de extinción o acciones específicas,

independientemente de lo previsto en el plan de emergencia particular del laboratorio, esta información deberá ser conocida por el equipo de emergencia de cada campus, y en concreto por el responsable de la intervención.

- Deben estudiarse las disposiciones especiales de la máquina para su uso por personas discapacitadas.
- Los principios ergonómicos (adaptación del trabajo a la persona) deben tenerse en cuenta en los puestos de trabajo y en la posición del trabajador durante la utilización del equipo de trabajo.

2.24. Mantenimiento preventivo en máquinas - herramientas

Las ventajas de la aplicación de MP en máquinas-herramienta son considerables, el número de horas de inactividad se reduce en un 95% y las horas de reparación no planificadas en un 65% en un período de instalación de menos de 4 años.

La disponibilidad media de horas de producción cayó por debajo del 80% a más del 86%. El plan de inversión anual se reduce drásticamente, mientras que la calidad del producto aumenta y el porcentaje de residuos disminuye.

Un programa completo de MP para máquinas herramienta afecta a todo el personal de la planta, no sólo al personal de mantenimiento. Es un error pensar que MP es la única responsabilidad del mantenimiento.

- Limpieza: Un buen plan de mantenimiento comienza con una buena limpieza. Este trabajo se asigna a menudo al operador y no se presta especial atención a las instrucciones, obviamente es un error, porque todo trabajo necesita instrucciones: cómo, cuándo y con qué hacerlo. A veces las máquinas son complicadas hasta el punto de que el operario no podría limpiarlas sin una pérdida de tiempo considerable, en este caso es el mantenimiento el encargado de esta tarea. Muy a menudo combinando estas operaciones con la lubricación y la inspección antes y después de la jornada laboral normal, o durante las pausas para comer.

- **Lubricación:** Cualquier herramienta funciona mejor si está debidamente lubricada. La elección de los lubricantes, su almacenamiento, distribución y uso en la producción, el establecimiento de intervalos adecuados para las operaciones de lubricación y el registro y comprobación de la lubricación son responsabilidad del ingeniero de mantenimiento. Un programa de lubricación completo, fiable y eficaz es esencial en el programa PM. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que un programa de lubricación no es suficiente, sino que debe combinarse con otras técnicas de mantenimiento predictivo (análisis de lubricantes, termografía).

La responsabilidad de la lubricación puede ser centralizada o descentralizada. La lubricación diaria es responsabilidad del operador y, por lo tanto, la verificación de la verificación es responsabilidad de la producción. La lubricación semanal también está a cargo del operador. En el caso de máquinas especiales o muy complejas, la operación requiere personal especializado. En estos casos, la responsabilidad recae en la sección de mantenimiento.

Las instrucciones para la lubricación normalmente vienen con la máquina. En su forma más adecuada, contienen un dibujo o fotografía de la máquina y una breve descripción de los diferentes puntos, el tipo y cantidad de lubricante necesario para cada operación y el intervalo entre ellos.

- **Inspecciones:** La parte más importante de cualquier programa PM es la inspección. La actividad de inspección no sólo revela el estado de la máquina herramienta, sino que también implica un ajuste, reparación o sustitución de piezas desgastadas, es decir, la corrección o eliminación de circunstancias que puedan causar averías o deterioro de la máquina.

2.25. Tipos de mantenimiento de maquinaria

2.25.1. Mantenimiento reactivo

El mantenimiento reactivo se caracteriza por ser imprevisto, no planificado. Las fallas se presentan inesperadamente y las reparaciones deben hacerse con urgencia.

2.25.2. Mantenimiento de ejecución para fallar

Es bastante parecido al reactivo. Pero su aplicación puede representar una irresponsabilidad con los activos de una empresa. Y es que este mantenimiento de maquinaria implica el funcionamiento de una máquina con desperfecto hasta que se descomponga del todo.

2.25.3. Mantenimiento de rutina

Con el mantenimiento de rutina, se revisa la maquinaria, se hacen pruebas, se reemplazan piezas que presenten desgastes, se lubrican los sistemas mecánicos, etc.

2.25.4. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo está relacionado con soluciones pequeñas, fáciles y no invasivas que evitan que una falla se haga más compleja.

2.25.5. Mantenimiento preventivo

Es un mantenimiento de maquinaria programado que ayuda a evitar desperfectos con anticipación.

El mantenimiento preventivo puede estar basado en el tiempo o en el uso. El primero se realiza cada 15 o 30 días. El segundo, en tanto, se basa en el funcionamiento de cada activo. Puede ser después de que tenga 15 o 20 ciclos de funcionamiento.

2.25.6. Mantenimiento predictivo

Con el mantenimiento predictivo, el funcionamiento de una maquinaria es rastreado en tiempo real a través de sensores y herramientas que permitan identificar problemas y resolverlos a tiempo.

2.25.7. Mantenimiento prescriptivo

Con este mantenimiento el procedimiento es mucho más automatizado, pues se emplea la inteligencia artificial. Así se puede saber qué tipo de tareas de mantenimiento hay que realizar y en qué momento deben hacerse.

2.26. Consejos para el mantenimiento de maquinaria

- Lleve un registro diario de los mantenimientos que le haga a la maquinaria de su empresa.
- Supervise el trabajo del personal cuando le sea posible. Es mejor disponer de una mano de obra especializada.
- Planifique sus labores de mantenimiento de maquinarias, para evitar imprevistos. De esa forma tendrá anticipadamente las piezas y los materiales; la improvisación es muy arriesgada. La planificación permite la revisión oportuna y la lubricación adecuada de la maquinaria. Además, de que permitirá detectar daños o desgastes en las piezas.
- Lleve a cabo un mantenimiento consciente, preciso y en función de las prácticas de industrias más convenientes. El personal debe contar con las medidas preventivas necesarias; estas dependerán de cuán grande sea la maquinaria.
- Después de un mantenimiento, siempre hay que medir cómo y cuánto rinde la maquinaria.
- Emplee el software de mantenimiento que mejor se ajuste a sus requerimientos. El uso de un software facilitará mucho las labores de revisión y supervisión de los equipos.

CAPÍTULO III

APLICACIÓN PRÁCTICA

CAPÍTULO III

APLICACIÓN PRÁCTICA

3.1 Aplicación práctica

El proyecto presenta como objeto de estudio de movimiento de tierras las actividades del tramo Choeré – Acherál en el municipio de Caraparí y las comunidades que apoya el PERTT en el municipio de Cercado; por lo tanto, esta aplicación tiene solidez en las actividades de las diferentes maquinarias y su mantenimiento a través del programa Fractal aumentando su disponibilidad y reduciendo las fallas más comunes en los equipos.

El análisis de costos permitirá el mejoramiento continuo de las principales actividades, los rendimientos de maquinaria pesada en los movimientos de tierras son una base sólida que aporta información valiosa para los procesos de planeación, estimación de costos y control, donde se ajustará de mejor forma el cronograma de actividades.

3.2. Enfoque del trabajo

De acuerdo a los objetivos de la aplicación se busca comparar los rendimientos y el costo de mantenimiento de la maquinaria en las actividades de movimientos de tierras, analizando su costo mediante el programa de mantenimiento Fractal.

La obtención de datos que se empleó para la aplicación pertenece a la maquinaria empleada en el tramo Choeré – Acherál del municipio de Caraparí y a la maquinaria correspondiente al PERTT, que apoya a las actividades de las diferentes comunidades.

Con los cuales se obtendrá:

- Rendimientos de la maquinaria
- Costo horario
- Tiempo de cada actividad
- Costo de mantenimiento

Se analizará estas maquinarias para realizar su comparación.

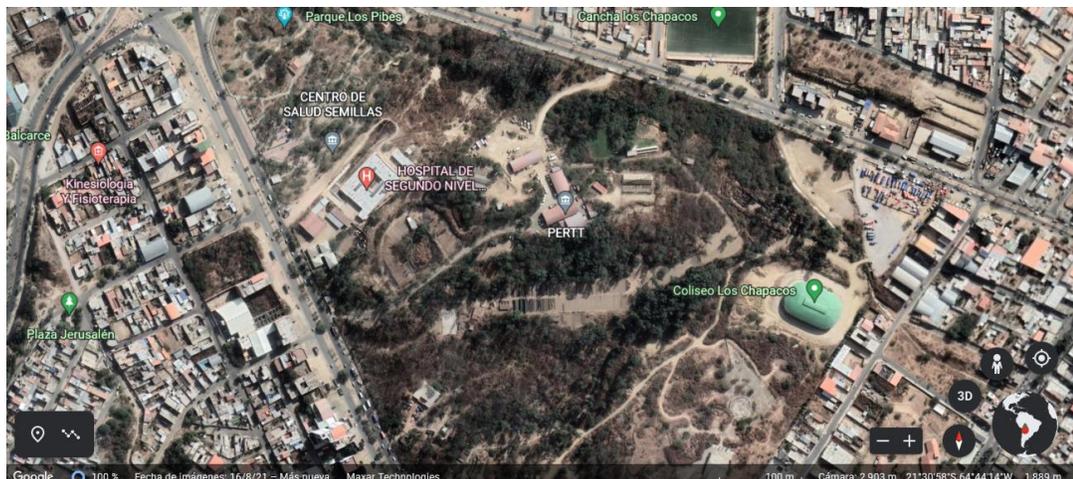
Figura 3: Ubicación de la zona Caraparí



Fuente: Google Maps

Y la obtención de datos en el PERTT

Figura 4: Ubicación zona PERTT



Fuente: Recopilado - Google Earth

3.3. Criterios de obtención de datos

3.3.1. Datos de la maquinaria tramo Choéré – Acherai

Los propósitos de la obtención de datos son los siguientes:

- Realizar un proceso de exploración, transformación y examinación de datos.
- Identificar las situaciones importantes para mejorar la eficiencia.

Las actividades que se van a realizar como la obtención de datos en el tramo, son de gran importancia para determinar la disponibilidad y eficiencia en los siguientes movimientos.

3.3.2. Registro

Además de la información general se realiza la investigación de otras fuentes complementarias.

3.3.3. Ubicación de la fuente

Detalle sobre la ubicación y representación de datos, para este propósito es recomendable adjuntar fotografías, esquemas que muestren la ubicación de los puntos de trabajo.

Distancia hasta el sitio de la obra y condiciones de la ruta.

3.3.4. Delimitación

La maquinaria analizada en el tramo Choéré – Acherai, comprende los meses de mayo, junio y julio; mientras que la maquinaria correspondiente al PERTT, comprende los meses de abril, mayo y junio, en el inicio de la reactivación de las actividades de la Institución.

3.4. Obtención de datos Choéré - Acherai

3.4.1. Maquinaria utilizada en el mes de mayo

Tabla 3: Maquinaria Convisa – mes de mayo

Descripción del equipo	No. Interno	\$us/hora
Excavadora Hitachi ZX210C-5G	EX-01	40,00
Excavadora Hitachi ZX210C-5G	EX-02	40,00
Excavadora Hitachi ZX210C-5G	EX-03	40,00
Excavadora Hitachi ZX210C-5G	EX-04	40,00
Excavadora Hitachi ZX210C-5G	EX-05	40,00
Motoniveladora John Deere 670G	M-02	45,00
Motoniveladora John Deere 670G	M-06	45,00
Motoniveladora John Deere 670G	M-07	45,00
Motoniveladora John Deere 670G	M-08	45,00
Pala cargadora Volvo L120F	P-02	35,00
Rodillo compactador Volvo SD104	VCRL-22	30,00
Rodillo compactador Volvo SD105	RC-01	30,00
Rodillo compactador Volvo SD106	RC-03	30,00
Tractor agrícola John Deere 6605	TA-04	25,00
Tractor oruga Komatsu D155AX	TO-26	65,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Maquinaria particular – mes de mayo

Descripción del equipo	No. Interno	\$us/mes
Camión cisterna	CISA-02	3.000,00
Camión cisterna	CISA-04	3.000,00
Camión cisterna	CISA-06	3.000,00
Camión cisterna	CISA-01	3.000,00
Camión cisterna	CCA-07	3.000,00
Camión cisterna	CISA-07	3.000,00
Volqueta	VQA-02	3.500,00
Volqueta	VQA-03	3.500,00
Volqueta	VQA-04	3.500,00
Volqueta	VQA-08	3.500,00
Volqueta	VQA-09	3.500,00
Volqueta	VQA-10	3.500,00
Volqueta	VQA-11	3.500,00
Volqueta	VQA-12	3.500,00
Volqueta	VQA-13	3.500,00
Volqueta	VQA-15	3.500,00
Volqueta	VQA-16	3.500,00
Volqueta	VQA-17	3.500,00
Volqueta	VQA-18	3.500,00
Volqueta	VQA-19	3.500,00
Volqueta	V-29	3.500,00
Volqueta	V-22	3.500,00
Volqueta	VH-09	3.500,00
Volqueta	VQA-23	3.500,00
Volqueta	VQA-24	3.500,00
Descripción del Equipo	No. Interno	\$us/hr
Excavadora	EXA-06	60,00
Excavadora	EXA-12	60,00
Pala cargadora	PA-01	45,00
Pala cargadora	PA-04	45,00
Pala cargadora	PA-05	45,00
Pala cargadora	PA-06	45,00
Rodillo compactador	RCA-06	40,00

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Maquinaria utilizada en el mes de junio

Tabla 5: Maquinaria Convisa junio

Descripción del Equipo	No. Interno	\$us/Hora
Excavadora Hitachi ZX210C-5G	EX-01	40,00
Excavadora Hitachi ZX210C-5G	EX-02	40,00
Excavadora Hitachi ZX210C-5G	EX-03	40,00
Excavadora Hitachi ZX210C-5G	EX-04	40,00
Excavadora Hitachi ZX210C-5G	EX-05	40,00
Motoniveladora John Deere 670G	M-02	45,00
Motoniveladora John Deere 670G	M-06	45,00
Motoniveladora John Deere 670G	M-07	45,00
Cargador Frontal Volvo L120F	P-02	35,00
Rodillo compactaor Volvo SD106	VCRL-22	30,00
Tractor agrícola John Deere 6605	TA-04	25,00
Tractor oruga Komatsu D155AX	TO-26	65,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Maquinaria particular junio

Descripción del equipo	No. Interno	\$us/mes
Camión cisterna	CISA-02	3.000,00
Camión cisterna	CISA-04	3.000,00
Camión cisterna	CISA-06	3.000,00
Camión cisterna	CISA-01	3.000,00
Camión cisterna	CCA-07	3.000,00
Camión cisterna	CISA-07	3.000,00
Volqueta	VQA-02	3.500,00
Volqueta	VQA-03	3.500,00
Volqueta	VQA-04	3.500,00
Volqueta	VQA-08	3.500,00
Volqueta	VQA-09	3.500,00
Volqueta	VQA-10	3.500,00
Volqueta	VQA-11	3.500,00
Volqueta	VQA-12	3.500,00
Volqueta	VQA-13	3.500,00
Volqueta	VQA-15	3.500,00
Volqueta	VQA-16	3.500,00
Volqueta	VQA-17	3.500,00
Volqueta	VQA-18	3.500,00
Volqueta	VQA-19	3.500,00
Volqueta	V-29	3.500,00
Volqueta	V-22	3.500,00
Volqueta	VH-09	3.500,00
Volqueta	VQA-23	3.500,00
Volqueta	VQA-24	3.500,00
Volqueta	VQA-25	3.500,00

Fuente: Elaboración propia

3.4.3. Maquinaria utilizada en el mes de julio

Tabla 7: Maquinaria Convisa julio

Descripción del equipo	No. Interno	\$us/hora
Excavadora Hitachi ZX210C-5G	EX-01	40,00
Excavadora Hitachi ZX210C-5G	EX-02	40,00
Excavadora Hitachi ZX210C-5G	EX-03	40,00
Excavadora Hitachi ZX210C-5G	EX-04	40,00
Excavadora Hitachi ZX210C-5G	EX-05	40,00
Motoniveladora John Deere 670G	M-02	45,00
Motoniveladora John Deere 670G	M-06	45,00
Motoniveladora John Deere 670G	M-07	45,00
Motoniveladora John Deere 670G	M-08	45,00
Rodillo compactador Volvo SD104	VCRL-22	30,00
Rodillo compactador Volvo SD105	RC-01	30,00
Rodillo compactador Volvo SD106	RC-03	30,00
Tractor agrícola John Deere 6605	TA-04	25,00
Tractor oruga Komatsu D155AX	TO-26	65,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Maquinaria particular julio

Descripción del equipo	No. Interno	\$us/mes
Camión cisterna	CISA-02	3.000,00
Camión cisterna	CISA-04	3.000,00
Camión cisterna	CISA-06	3.000,00
Camión cisterna	CISA-01	3.000,00
Camión cisterna	CCA-07	3.000,00
Camión cisterna	CISA-07	3.000,00
Volqueta	VQA-02	3.500,00
Volqueta	VQA-03	3.500,00
Volqueta	VQA-04	3.500,00
Volqueta	VQA-08	3.500,00
Volqueta	VQA-09	3.500,00
Volqueta	VQA-10	3.500,00
Volqueta	VQA-11	3.500,00
Volqueta	VQA-12	3.500,00
Volqueta	VQA-13	3.500,00
Volqueta	VQA-15	3.500,00
Volqueta	VQA-16	3.500,00
Volqueta	VQA-17	3.500,00
Volqueta	VQA-18	3.500,00
Volqueta	VQA-19	3.500,00
Volqueta	V-29	3.500,00
Volqueta	VH-09	3.500,00
Volqueta	VQA-23	3.500,00
Volqueta	VQA-24	3.500,00
Volqueta	VQA-25	3.500,00
Volqueta	VQA-26	3.500,00
Volqueta	VQA-27	3.500,00
Volqueta	VQA-28	3.500,00
Descripción del Equipo	No. Interno	\$us/hora
Excavadora	EXA-06	60,00
Excavadora	EX-13	60,00
Excavadora	EX-14	60,00
Excavadora	EXA-15	60,00
Pala cargadora	PA-01	45,00
Pala cargadora	PA-04	45,00
Pala cargadora	PA-06	45,00

Fuente: Elaboración propia

3.4.4. Desglose de las actividades de cada maquinaria en el mes de mayo

Tabla 9: Maquinaria Convisa y actividad – mes de mayo

Desglose de horas utilizadas por equipos		Apoyo a proy. gastos generales, otros	Desbroce y limpieza	Excavación no clasificada DM = 300 m	Sobrecarreo DMT > 2 Km	Acopio de material para plataforma	Terraplén compactado	Conformación de capa sub-rasante	Conformación de capa subbase	Conformación de pedraplén	Producción de sub-base (zaranda)	Hormigones - alcantarillas	Conformación de buzón (ambientales)	Total horas trabajadas	Total \$us
	Excavadora	24,00	96,00	605,50	6,50	82,00	64,00	0,00	0,00	4,75	41,75	0,00	0,00	924,50	36.980,00
	Tractor oruga	0,00	0,00	35,50	0,00	0,00	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	40,00	2.600,00
	Tractor agrícola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48,60	1.215,00
	Motoniveladora	6,85	0,00	0,00	0,00	0,00	408,50	17,30	90,95	3,70	0,00	5,60	0,00	532,90	23.980,50
	Pala cargadora	0,00	0,00	0,00	0,00	14,00	38,50	0,00	68,90	21,00	7,75	0,00	10,75	160,90	5.631,50
	Rodillo compactador	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,05	0,00	18,10	0,00	0,00	6,20	0,00	65,35	1.960,50
	Total	30,85	96,00	641,00	6,50	96,00	604,15	17,30	177,95	29,45	49,50	11,80	11,75	1.772,25	72.367,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Maquinaria particular y actividad – mes de mayo

Desglose de horas utilizadas por equipos		Apoyo a proy. gastos generales, otros	Desbroce y limpieza	Excavación no clasificada DM = 300 m	Sobrecarreo DMT > 2 Km	Acopio de material para plataforma	Terraplén compactado	Remoción de derrumbes	Conformación de capa subbase	Conformación de pedraplén	Producción de sub-base (zaranda)	Hormigones - alcantarillas	Conformación de capa base	Conformación de buzón (ambientales)	Muro de gaviones	Muros de contención	Total horas trabajadas	Total \$us
		Camión cisterna	49,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61,08	0,00	11,65	0,00	0,00	6,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Excavadora	0,00	19,75	153,50	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,75	0,00	0,00	21,75	47,75	318,50	19.110,00
Pala cargadora	44,25	0,00	0,00	173,90	2,75	187,35	8,25	5,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	91,05	0,00	0,00	512,75	23.073,75
Rodillo compactador	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,50	0,00	28,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67,50	2.700,00
Volqueta	16,95	32,85	0,00	124,15	45,85	130,20	1,25	25,60	4,70	10,60	5,25	0,15	0,00	3,25	0,00	0,00	400,80	188,00
Total	110,52	52,60	153,50	298,05	48,60	425,13	9,50	70,45	4,70	10,60	80,20	0,15	91,05	25,00	47,75	1.427,80	57.896,75	

Fuente: Elaboración propia

3.4.5. Desglose de las actividades de cada maquinaria en el mes de junio

Tabla 11: Maquinaria Convisa y actividad – mes de junio

Desglose de horas utilizadas por equipos		Apoyo a proy. gastos generales, otros	Desbroce y limpieza	Excavación no clasificada DM = 300 m	Terraplén compactado	Remoción de derrumbes	Conformación de capa sub-rasante	Conformación de capa subbase	Producción de sub-base (zaranda)	Hormigones - alcantarillas	Total horas trabajados	Total \$us
		Excavadora	14,45	17,15	528,75	215,20	23,50	0,00	0,00	33,55	4,50	837,10
Motoniveladora	25,20	0,00	0,00	250,10	0,00	14,50	55,60	0,00	24,00	369,40	16.623,00	
Pala cargadora	0,00	0,00	0,00	28,00	0,00	0,00	14,00	12,25	4,50	67,50	2.362,50	
Rodillo compactador	0,00	0,00	0,00	34,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,00	1.020,00	
Tractor agrícola	0,00	0,00	0,00	16,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,30	407,50	
Tractor oruga	0,00	0,00	77,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77,20	5.018,00	
Total	39,65	17,15	605,95	543,60	23,50	14,50	69,60	45,80	33,00	1.401,50	58.915,00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Maquinaria particular y actividad – mes de junio

Desglose de horas utilizadas por equipos	Maquinaria	Apoyo a proy. gastos generales, otros	Desbroce y limpieza	Sobrecarreo DMT > 2 Km	Acopio de material para plataforma	Terraplén compactado	Remoción de derrumbes	Conformación de capa sub-base	Producción de Sub-base (zaranda)	Hormigones - alcantarillas	Muros de contención	Total horas trabajadas	Total \$us
	Camión cisterna	419,50	3,50	0,00	0,00	528,50	0,00	37,00	0,00	36,50	4,00	1.029,00	10.500,00
	Volqueta	485,00	59,00	1.014,00	88,00	919,00	18,00	83,00	118,00	145,00	1,00	2.930,00	35.233,33
	Total	904,50	62,50	1.014,00	88,00	1.447,50	18,00	120,00	118,00	181,50	5,00	3.959,00	45.733,33

Fuente: Elaboración propia

3.4.6. Desglose de las actividades de cada maquinaria en el mes de julio

Tabla 13: Maquinaria Convisa y actividades – mes de julio

Desglose de horas utilizadas por equipos		Apoyo a proy. gastos generales, otros	Excavación no clasificada DM = 300 m	Acopio de material para plataforma	Terraplén compactado	Remoción de derrumbes	Conformación de capa sub-rasante	Conformación de capa subbase	Producción de sub-base (Zaranda)	Hormigones - alcantarillas	Muros de contención	Total horas trabajadas	Total \$us
	Excavadora	50,00	565,50	13,00	3,75	4,75	0,00	4,50	50,50	14,50	2,50	709,00	28.360,00
	Motoniveladora	3,10	0,00	0,00	590,90	0,00	0,00	72,70	0,00	25,50	0,00	692,20	28.499,50
	Rodillo compactador	0,00	0,00	0,00	105,45	0,00	2,00	44,55	0,00	0,00	0,00	152,00	4.560,00
	Tractor agrícola	4,70	0,00	0,00	42,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,70	1.167,50
	Tractor oruga	4,75	82,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	87,30	5.674,50
Total	62,55	648,05	13,00	742,10	4,75	2,00	121,75	50,50	40,00	2,50	1.687,20	68.261,50	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Maquinaria particular y actividades – mes de julio

Desglose de horas utilizadas por equipos	Apoyo a proy. gastos generales, otros	Desbroce y limpieza	Excavación no clasificada DM = 300 m	Sobrecarreo DMT > 2 Km	Acopio de material para plataforma	Terraplén compactado	Remoción de derrumbes	Conformación de capa subbase	Producción de sub-base (zaranda)	Hormigones - alcantarillas	Relleno y compactado estructural	Subdren	Conformación de buzón (ambientales)	Puentes	Muro de gaviones	Muros de contención	Total horas trabajadas	Total \$us
Camión cisterna	59,30	0,10	0,20	0,00	0,00	71,10	0,00	3,20	0,00	4,75	0,80	0,00	0,00	5,00	0,00	0,15	144,60	14.460,00
Excavadora	3,50	27,50	387,45	0,00	1,00	33,25	0,00	17,00	10,00	22,00	0,00	0,00	1,10	60,20	0,00	5,90	568,90	34.134,00
Pala cargadora	30,30	7,30	2,50	101,25	31,20	194,15	0,00	48,25	1,50	7,30	0,00	0,00	57,55	0,00	2,00	0,00	483,30	21.748,50
Volqueta	45,40	3,00	0,00	135,30	19,00	143,30	0,05	14,00	20,55	7,35	0,00	5,20	0,80	8,45	0,45	0,00	402,85	46.999,17
Total	138,50	37,90	390,15	236,55	51,20	441,80	0,05	82,45	32,05	41,40	0,80	5,20	59,45	73,65	2,45	6,05	1.599,65	117.341,67

Fuente: Elaboración propia

3.5. Maquinaria PERTT

Tabla 15: Avance de las actividades de apoyo

Avance de actividades en movimiento de tierras			
Comunidad	Nº de beneficiarios	Área nivelada (m2)	Volumen de mov. de tierras (m3)
Caldera Grande	49,00	27.06013	653.859,80
Monte Cercado	30,00	18.639,93	0,00
Yesera Centro	96,00	32232,00	3.500,00
Total	175,00	2.756.884,93	657.359,80

Fuente: Elaboración propia

3.6. Análisis de datos de la información recolectada

En esta tabla se muestra los datos de los meses de abril, mayo y junio, respecto a la maquinaria en operación, operario y zona en la que se realizó la actividad.

Tabla 16: Datos maquinaria abril - PERTT

Abril		
Maquinaria	Operario	Zona
Volqueta	Saul Estrada	Caldera Grande
Excavadora	Marino Alemán	Caldera Grande
Pala cargadora Frontal	Manuel Miranda	Apoyo maestranza

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Datos maquinaria mayo - PERTT

Mayo		
Maquinaria	Operario	Zona
Volqueta	Saul Estrada	Caldera Grande
Excavadora	Marino Alemán	Caldera Grande
Pala cargadora	Manuel Miranda	Chiguaypolla - Yesera Centro
Tractor oruga	Glober Morales	Monte Cercado - Yesera Norte

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Datos maquinaria junio - PERTT

Junio		
Maquinaria	Operario	Zona
Excavadora	Marino Alemán	Rumicancha
Tractor Oruga	Glober Morales	Yesera Norte - Yesera Sud
Pala cargadora	Manuel Miranda	Yesera Norte

Fuente: Elaboración propia

3.7. Cronograma de maquinarias en actividades ejecutadas

En la tabla se presenta el registro de la maquinaria en operación, proyectando mediante el diagrama de Gantt, el tiempo de las diferentes actividades de apoyo.

Tabla 19: Registro en tiempo de las maquinarias

Semana Actividad	Abril				Mayo				Junio			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Volqueta												
Excavadora												
Pala cargadora												
Tractor												

Fuente: Elaboración propia

3.8. Proyección de volúmenes

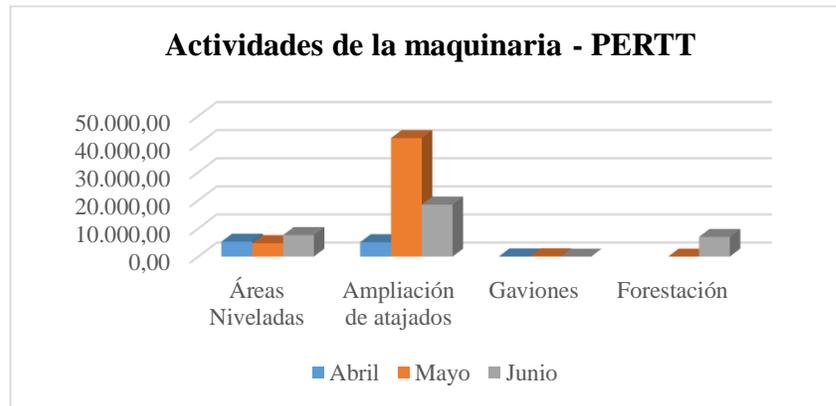
Registro en volúmenes (m3) de las diferentes actividades ejecutadas en los meses de abril, mayo, junio.

Tabla 20: Proyección de volúmenes desde abril a junio

Actividades	Abril	Mayo	Junio
Áreas niveladas (m2)	5.310,00	4.790,00	7.650,00
Ampliación de atajados (m2)	5.123,53	4.2128,00	18.512,16
Gaviones (m2)	56,00	112,00	0,00
Forestación (m2)	0,00	1,50	7.000,00
Total	10.489,53	47.031,50	33.162,16

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 1: Proyección de volúmenes



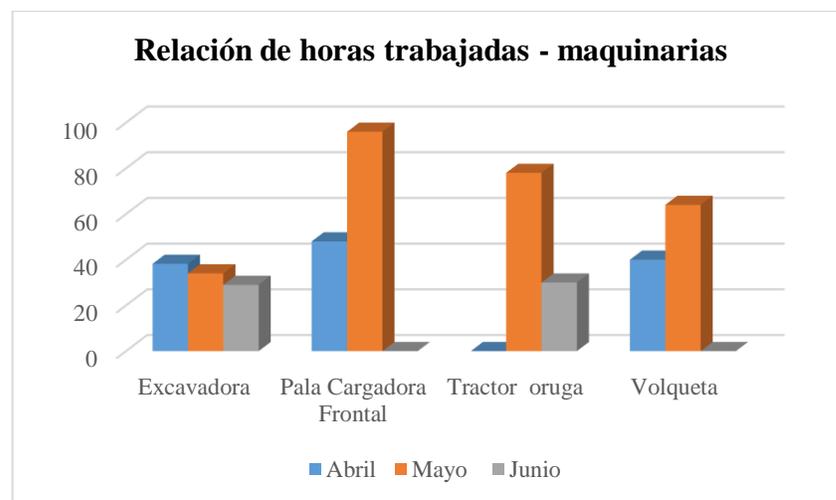
Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Maquinarias de acuerdo con horas trabajadas

Maquinaria	Abril	Mayo	Junio
Excavadora (Hr)	38,20	34,00	29,00
Pala cargadora (Hr)	48,00	96,00	0,00
Tractor oruga (Hr)	0,00	78,00	30,00
Volqueta (Hr)	40,00	64,00	0,00

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2: Relación de horas trabajadas



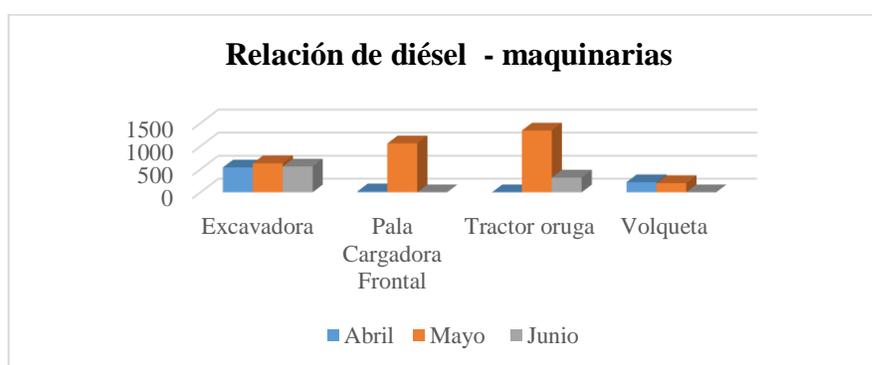
Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Relación datos diésel (litros)

Maquinaria	Abril	Mayo	Junio
Excavadora	540,00 (Lts)	630,00 (Lts)	56,00(Lts)
Pala cargadora	20,00 (Lts)	1060,00 (Lts)	-
Tractor oruga	-	1340,00 (Lts)	320,00 (Lts)
Volqueta	220,00 (Lts)	200,00 (Lts)	-

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3: Relación diésel (litros)



Fuente: Elaboración propia

3.9. Comunidades beneficiadas - meses de (abril – mayo – junio)

En la siguiente tabla se observa las diferentes actividades de movimiento de tierras en las comunidades beneficiadas por parte del programa PERTT.

Tabla 23: Actividades de movimiento de tierras en (m3)

Comunidad	N° de beneficiarios	Área niv. (Ha)	Ampliación atajados (m3)	Gaviones (m3)	Forestación (Ha)
Caldera Grande	49,00	5,31	5.122,63	56,00	-
Chiguaypolla	62,00	2,26	8.253,29	68,00	1,50
Yesera Norte	60,00	4,38	15.268,00	-	7,00
Yesera Centro	97,00	2,53	33.874,26	44,00	-
Yesera Sud	17,00	3,29	3244,16	-	-
Total	285,00	17,77	65.762,34	168,00	8,50

Fuente: Elaboración propia

3.10. Análisis de repuestos

En las siguientes tablas se muestran las comparaciones respecto a la cotización de los repuestos para realizar las actividades de mantenimiento de cada maquinaria.

En la tabla se observa los diferentes requerimientos, con un código asignado, la cantidad y el precio cotizado.

Tabla 24: Cotización pala cargadora

		Código	Cantidad	Cotización I (Bs)
Pala cargadora	Filtro de aceite de motor	RE504836	1,00	150,00
	Filtro de combustible primario	RE541922	1,00	350,00
	Filtro de combustible secundario	RE522878	1,00	250,00
	Filtro de combustible final	AT365870	1,00	450,00
	Filtro de aceite hidráulico	AT367635	1,00	860,00
	Filtro de aceite de transmisión	NR0501323154	1,00	950,00
	Filtro de aire interno de motor	AF25969	1,00	1.100,00
	Filtro de aire externo de motor	AF259621	1,00	1.000,00
	Total		8,00	5.110,00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observan los diferentes requerimientos, con un código asignado, la cantidad y el precio cotizado.

Tabla 25: Cotización tractor oruga.

		Código	Cantidad	Cotización I (Bs)	Cotización II (Bs)
Tractor oruga	Filtro de aceite de motor	1R-1808	1,00	380,00	490,00
	Filtro de combustible primario	1R-0762	1,00	490,00	580,00
	Filtro de combustible secundario	423-8525	1,00	750,00	520,00
	Filtro de aceite hidráulico	1R-0735	2,00	998,00	-
	Filtro de aire interno de motor	61-2502	1,00	1.300,00	950,00
	Filtro de aire externo de motor	61-2501	1,00	1.100,00	750,00
	Filtro de aceite transmisión sumergible	328-3655	1,00	-	-
	Filtro de diésel separador	8525	1,00	-	-
		Total	9,00	5.018,00	3290,00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observan los diferentes requerimientos, con un código asignado, la cantidad y el precio cotizado.

Tabla 26: Cotización excavadora

		Código	Cantidad	Cotización I (Bs)	Cotización II (Bs)
Excavadora	Filtro de aceite de motor	RE539279	1,00	200,00	240,00
	Filtro de combustible primario	RE522878	1,00	250,00	320,00
	Filtro de combustible secundario	AT365870	1,00	450,00	490,00
	Filtro de combustible final	RE529643	1,00	350,00	380,00
	Filtro de aceite hidráulico	4656608	1,00	1490,00	-
	Filtro de aire interno de motor	AT300487	1,00	850,00	950,00
	Filtro de aire externo de motor	AT314582	1,00	500,00	750,00
		Total	7,00	4.090,00	3.130,00

Fuente: Elaboración propia

Para las actividades de mantenimiento siempre se trata de optar por los repuestos más económicos, siempre y cuando éstos cumplan con las funciones en el sistema de la maquinaria; en caso de no contar con el repuesto en el instante se reemplaza por otro sustituto con la finalidad que la maquinaria no tenga paradas en sus tareas.

3.11. Reportes del diagnóstico

- Las actividades en movimiento de tierras que se realizaron en la institución presentaban averías con mayor frecuencia en la maquinaria, debido a la inactividad de gestiones anteriores, resultando como consecuencia la disminución de la vida útil de la maquinaria; así también como la demora de tiempo para cualquier otra reparación no programada.
- En la institución no existe una planificación que permita llevar un óptimo control de las diferentes actividades de mantenimiento que se realiza a cada maquinaria.
- El stock de repuestos que se tiene en la institución es limitado, debido al presupuesto asignado por parte de la MAE, lo cual genera inconvenientes en las actividades de mantenimiento provocado por la falta de piezas o repuestos.

3.11.1. Planificación de mantenimiento anual para volqueta

Imagen 1: Planificación anual de la volqueta

Planificación de mantenimiento																																																												
Mantenimiento Anual																																																												
Maquinaria	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48												
Volqueta	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■			

Fuente: Elaboración propia

3.11.2. Planificación de mantenimiento anual para excavadora

Imagen 2: Planificación anual - excavadora

Planificación de mantenimiento																																																												
Mantenimiento Anual																																																												
Maquinaria	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48												
Excavadora		■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■		

Fuente: Elaboración propia

3.11.3. Planificación de mantenimiento anual para pala cargadora

Imagen 3: Planificación anual - pala cargadora

Planificación de mantenimiento																																																												
Mantenimiento Anual																																																												
Maquinaria	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48												
Pala cargadora		■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■		

Fuente: Elaboración propia

3.11.4. Planificación de mantenimiento anual para tractor oruga

Imagen 4: Planificación anual - tractor oruga

Planificación de mantenimiento																																																			
Mantenimiento Anual																																																			
Maquinaria	Enero			Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48			
Tractor Oruga																																																			

Fuente: Elaboración propia

Se debe tener en cuenta las horas en las que las maquinarias se encuentran disponibles para realizar cualquier actividad de mantenimiento sin afectar las actividades de apoyo.

Para la realización del cronograma se debe coordinar conjuntamente con los operarios para llevar un control de las actividades programadas.

El horario puede variar dependiendo del tipo de mantenimiento y los imprevistos que puedan suscitar en la actividad.

La institución cuenta con otras maquinarias que presentan las mismas características que pueden reemplazar en el momento que se realice la actividad de mantenimiento.

3.12. Análisis técnico

A continuación, en la siguiente tabla se muestra las proyecciones del mantenimiento a realizar para el cambio de aceite motor a 250, 500,750, 1000, 1250,1500, 1750, 2000 horas.

Para llevar un control del consumo; la excavadora, pala cargadora y tractor oruga tienen un sensor que permite diagnosticar el consumo de combustible en cada actividad de campo.

Tabla 27: Mantenimientos - aceite motor

Mantenimientos						
Maquinaria	Aceite de motor (250hrs)					
	Fecha inicial	Fecha de cambio	Horómetro (Ohrs.)	Prox. cambio 250hrs.	Código/aceite	Litros
Tractor oruga	20/4/2022	10/6/2022	2848,00	3098,00	15w40	30,00
Excavadora	20/4/2022	10/6/2022	4277,00	4527,00	15w40	24,00
Pala cargadora	20/4/2022	10/6/2022	4500,00	4750,00	15w40	20,00
Tractor oruga	12/5/2022	12/6/2022	10816,00	11066,00	15w40	30,00
	Aceite de motor (500hrs)			Aceite de motor (750hrs)		
	Fecha de cambio	Prox. cambio 500hrs.	Litros	Fecha de cambio	Prox. cambio 750hrs.	Litros
Tractor oruga	10/7/2022	3.348,00	30,00	9/8/2022	3.598,00	30,00
Excavadora	10/7/2022	4.777,00	24,00	9/8/2022	5.027,00	24,00
Pala cargadora	10/7/2022	5.000,00	20,00	9/8/2022	5.250,00	20,00
Tractor oruga	12/7/2022	11.316,00	30,00	11/8/2022	11.566,00	30,00
	Aceite de motor (1000hrs)			Aceite de motor (1250hrs)		
	Fecha de cambio	Prox. cambio 1000hrs.	Litros	Fecha de cambio	Prox. cambio 1250hrs.	Litros
Tractor oruga	8/9/2022	3.848,00	30,00	8/10/2022	4.098,00	30,00
Excavadora	8/9/2022	5.277,00	24,00	8/10/2022	5.527,00	24,00
Pala cargadora	8/9/2022	5.500,00	20,00	8/10/2022	5.750,00	20,00
Tractor oruga	10/9/2022	11.816,00	30,00	10/10/2022	12.066,00	30,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Cambios de aceite motor

	Aceite de motor (1500hrs)			Aceite de motor (1750hrs)		
	Fecha de cambio	Prox. cambio 1500hrs.	Litros	Fecha de cambio	Prox. cambio 1750hrs.	Litros
Tractor oruga	7/11/2022	4.348,00	30,00	7/12/2022	4.598,00	30,00
Excavadora	7/11/2022	5.777,00	24,00	7/12/2022	6.027,00	24,00
Pala cargadora	7/11/2022	6.000,00	20,00	7/12/2022	6.250,00	20,00
Tractor oruga	9/11/2022	12.316,00	30,00	9/12/2022	12.566,00	30,00
	Aceite de motor (2000hrs)			Total en litros	Para trabajar	
	Fecha de cambio	Prox. cambio 2000hrs.	Litros			
Tractor oruga	6/1/2023	4.848,00	30,00	240,00	2.000,00hrs	
Excavadora	6/1/2023	6.277,00	24,00	192,00	2.000,00hrs	
Pala cargadora	6/1/2023	6.500,00	20,00	160,00	2.000,00hrs	
Tractor oruga	8/1/2023	12.816,00	30,00	240,00	2.000,00hrs	

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la siguiente tabla se muestra las proyecciones del mantenimiento a realizar para el cambio de filtro de aceite a 250, 500, 1000, 1500,1750 y 2000 horas.

Tabla 29: Mantenimiento - filtro de aceite

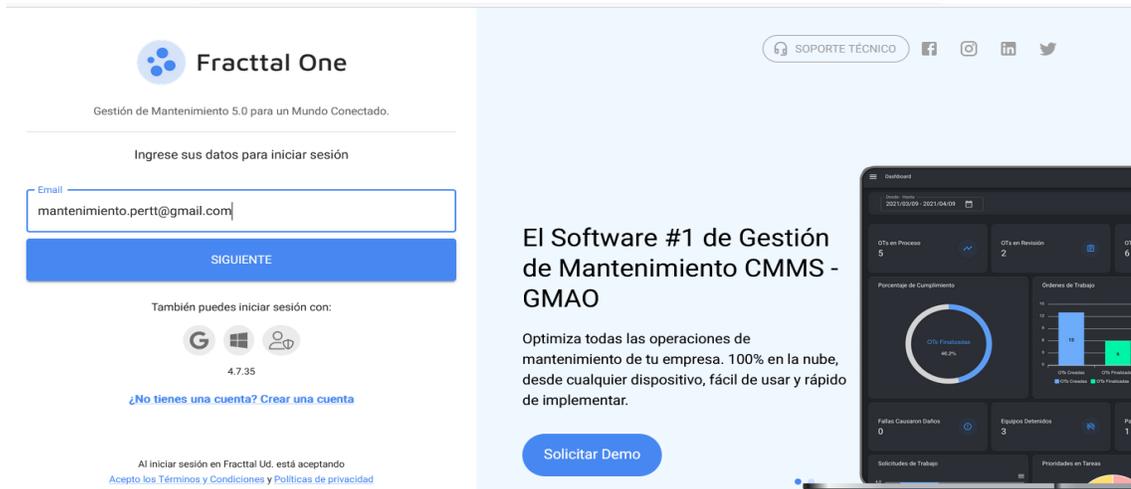
Mantenimientos						
Maquinaria	Filtro de aceite (250hrs)					
	Fecha inicial	Fecha de cambio	Horómetro (0hrs.)	Horómetro 250hrs.	Código/filtro	Pieza
Excavadora	20/4/2022	10/6/2022	2.849,00	3.099,00	Re539279	1,00
Pala cargadora	20/4/2022	10/6/2022	4.500,00	4.750,00	Re504836	1,00
Tractor oruga	12/5/2022	12/6/2022	10.816,00	11.066,00	1r-1808	1,00
	Filtro de aceite (500hrs)			Filtro de aceite (750hrs)		
	Fecha de cambio	Horómetro 500hrs.	Pieza	Fecha de cambio	Horómetro 750hrs.	Pieza
Excavadora	10/7/2022	3.349,00	1,00	9/8/2022	3.599,00	1,00
Pala cargadora	10/7/2022	5.000,00	1,00	9/8/2022	5.250,00	1,00
Tractor oruga	12/7/2022	11.316,00	1,00	11/8/2022	11.566,00	1,00
	Filtro de aceite (1.000hrs)			Filtro de aceite (1.250hrs)		
	Fecha de cambio	Horómetro 1000hrs.	Pieza	Fecha de cambio	Horómetro 1250hrs.	Pieza
Excavadora	8/9/2022	3.849	1,00	8/10/2022	4.099,00	1,00
Pala cargadora	8/9/2022	5.500	1,00	8/10/2022	5.750,00	1,00
Tractor oruga	10/9/2022	11.816	1,00	10/10/2022	12.066,00	1,00
	Filtro de aceite (1.500hrs)			Filtro de aceite (1.750hrs)		
	Fecha de cambio	Horómetro 1.500hrs.	Pieza	Fecha de cambio	Horómetro 1.750hrs.	Pieza
Excavadora	7/11/2022	4.349,00	1,00	7/12/2022	4.599,00	1,00
Pala cargadora	7/11/2022	6.000,00	1,00	7/12/2022	6.250,00	1,00
Tractor oruga	9/11/2022	12.316,00	1,00	9/12/2022	12.566,00	1,00
	Filtro de aceite (2000hrs)			Total filtros	Para trabajar	
	Fecha de cambio	Horómetro 2000hrs.	Pieza			
Excavadora	6/1/2023	4.849,00	1,00	8,00	2.000,00hrs	
Pala cargadora	6/1/2023	6.500,00	1,00	8,00	2.000,00hrs	
Tractor oruga	8/1/2023	12.816,00	1,00	8,00	2.000,00hrs	

Fuente: Elaboración propia

3.13. Desarrollo del software Fractal

Para el manejo de este recurso, el usuario debe registrarse mediante correo electrónico, como se ilustra en la figura:

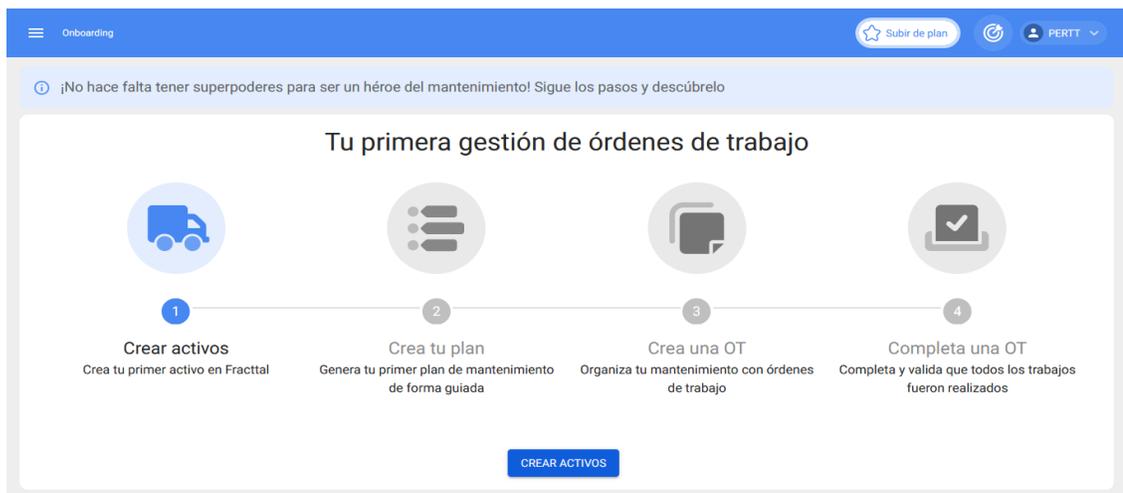
Imagen 5: Presentación de la aplicación



Fuente: Elaboración propia

Luego, se accede a la plataforma para llenar la información relativa a los activos

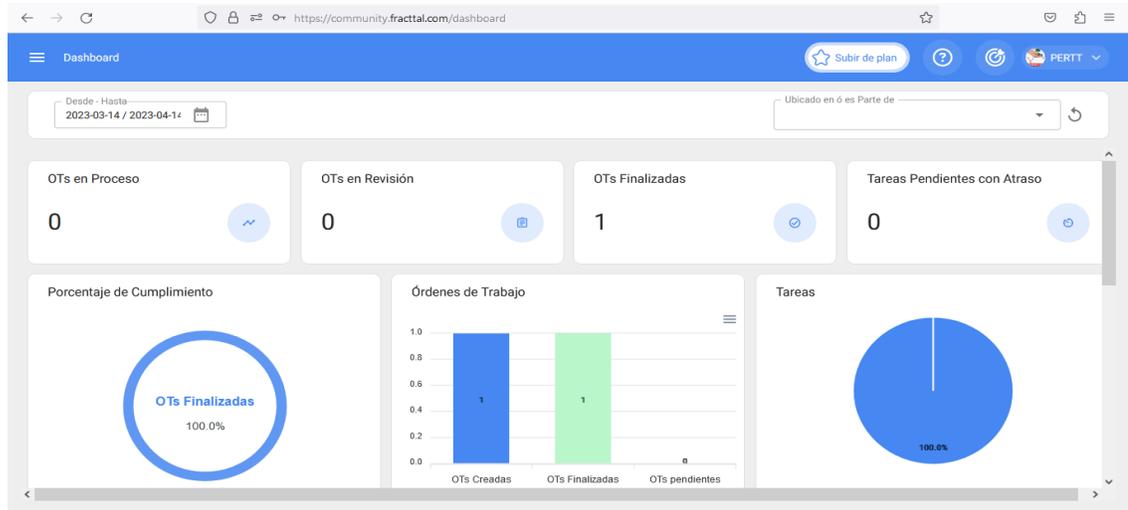
Imagen 6: Gestión de órdenes de trabajo



Fuente: Elaboración propia

En la parte de presentación se encuentra un resumen de todos los registros.

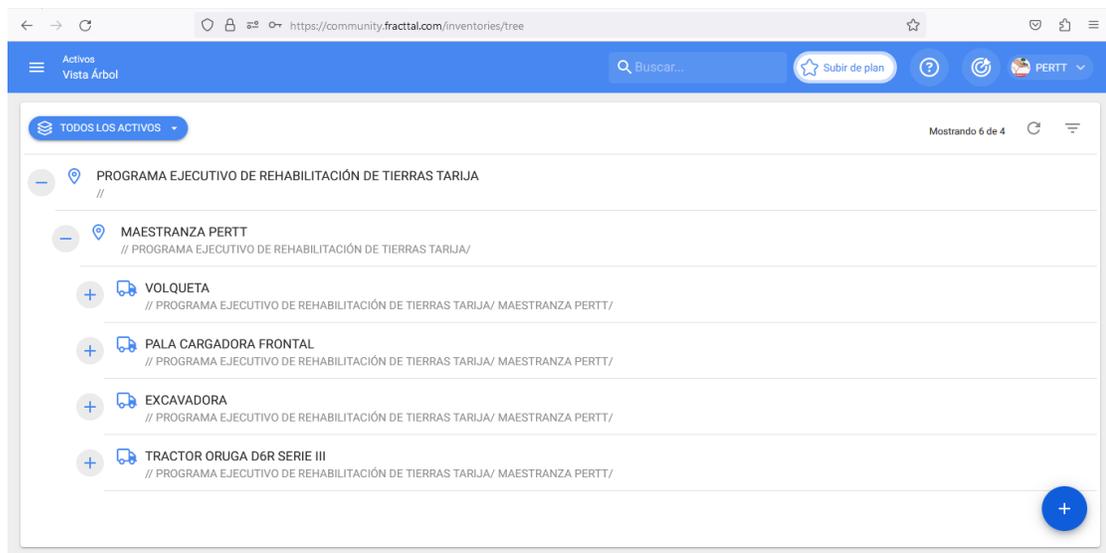
Imagen 7: Resumen de las órdenes y tareas



Fuente: Elaboración propia

Procedemos a armar la estructura descomponiendo los activos de cada maquinaria; se van subdividiendo de acuerdo con las características que presenta en los informes técnicos.

Imagen 8: Desglose de activos por maquinaria



Fuente: Elaboración propia

Como activo también se desglosa la ubicación de la institución y de la zona de trabajo, específicamente su maestranza.

Imagen 9: Ubicación de la zona de trabajo

<input type="checkbox"/>	Habilitado	Fuera de servici...	Descripción	Nombre	Dirección
<input type="checkbox"/>	Si	No	MAESTRANZA PERTT CARRETERAS A TOMATIT...	MAESTRANZA PERTT	CARRETERAS A TOMATITAS KM 2,5
<input type="checkbox"/>	Si	No	PROGRAMA EJECUTIVO DE REHABILITACIÓN DE...	PROGRAMA EJECUTIVO DE REHABILITA...	CARRETERA A TOMATITAS KM 2,5

Fuente: Elaboración propia

En el catálogo, se registra al personal de maestranza quiénes se encargan de las diferentes tareas del mantenimiento de las maquinarias.

Imagen 10: Catálogo del personal técnico

Nombres	Apellidos	Clasificación 1...	Clasificación 2...	Email	Localización	Valor Hora Ordinaria
ABAD	CAMACHO CHO...	MAESTRANZA P...	MANTENIMIENTO	abadcamacho@gmail.co...	// PROGRAMA EJECUTIVO DE REHABILIT...	TECNICO MAESTRANZA
JOSE EDUARDO	FERNANDEZ BU...	MAESTRANZA P...	MANTENIMIENTO	yayoelec@gmail.com	// PROGRAMA EJECUTIVO DE REHABILIT...	TECNICO MAESTRANZA
PERTT	TARIJA	MAESTRANZA P...	MANTENIMIENTO	mantenimiento.pertt@g...	//	TALLER MAESTRANZA
ROBERTO	CHOQUE	MAESTRANZA P...	MANTENIMIENTO	robertochoque@gmail.c...	// PROGRAMA EJECUTIVO DE REHABILIT...	ENCARGADO DE MAEST...

Fuente: Elaboración propia

3.14. Análisis de costo

3.14.1. Requerimientos

En la siguiente tabla se observa los diferentes requerimientos identificados por códigos para cada maquinaria; en base a la cantidad y costo, se conoce el rendimiento de la maquinaria en (Bs/hr).

Tabla 30: Requerimientos de material – maquinarias

Nº	Requerimiento material de corte						
	Maquinaria	Código	Cantidad	P.U.	P.T.	Costo total Bs.	Rend. (Bs/hora)
1	Tractor Oruga					17.510,00	11,67
	Cantenera de 6 pernos	9W-8874	1,00	1.100,00	1.100,00		
	Cantenera de 6 pernos	9W-8875	6,00	1.100,00	6.600,00		
	Cuchillas de 5 personas	4T2952	4,00	1.600,00	6.400,00		
	Pernos	5J-4753	32,00	20,00	640,00		
	Arandelas	5P-8248	32,00	10,00	320,00		
	Tuercas	2j-3506	32,00	10,00	320,00		
	Uñetas de ripper	6Y-0352	3,00	650,00	1.950,00		
	Seguros de uñeta	114-0359	3,00	30,00	90,00		
	Retenedor del seguro	114-0359	3,00	30,00	90,00		
2	Excavadora					14.350,00	9,57
	Uñetas	14.523.552,00	5,00	980,00	4.900,00		
	Seguros de uñeta	VOE14523552	5,00	180,00	900,00		
	Yemas	T3G8354	6,00	1.250,00	7.500,00		
	Retenedores de seguro	114-0359	3,00	350,00	1.050,00		

3	Pala cargadora					18.540,00	12,36
	Tuercas	14H1058	26,00	10,00	260,00		
	Pernos	19M7889	2,00	120,00	240,00		
	Arandelas	24M7242	24,00	12,00	288,00		
	Yemas	T25CA	6,00	1.100,00	6.600,00		
	Arandelas	T3G9609	8,00	35,00	280,00		
	Pasador de sección	T9J2258	8,00	35,00	280,00		
	Uñetas	TF1U3252L	8,00	280,00	2.240,00		
	Pernos	T146934	14,00	40,00	560,00		
	Separador de corte	T157306	7,00	700,00	4.900,00		
	Adaptadores de uñetas externo	T25EA	2,00	1.550,00	3.100,00		
	Totales			258,00	11.295,00	51.450,00	50.400,00

Fuente: Elaboración propia

3.15. Costo horario

En la presente tabla se observa la cantidad requerida de baterías y gomas para realizar el mantenimiento; demostrando su rendimiento en (Bs/hr).

Tabla 31: Requerimiento de baterías

N°	Equipo	Baterías					Rend. (Bs/hora)
		Código	Marca	Cant. (pza)	P.U.	P.T.	
1	Volqueta	150 AMP	Toyo	1,00	1.716,00	1.716,00	1,14
2	Tractor Oruga	150 AMP	Toyo	2,00	1.716,00	3.432,00	2,29
3	Excavadora	150 AMP	Toyo	2,00	1.716,00	3.432,00	2,29
4	Pala cargadora	70 AMP	Toyo	2,00	920,00	1.840,00	1,23
Totales				7,00	-	10.420,00	6,95

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Requerimiento de gomas

Requerimiento de gomas						
N°	Equipo	Gomas				Rend. (Bs/hora)
		Código	Cantidad	P.U.	P.T.	
1	Volqueta	295/80R22.5	6,00	3.600,00	21.600,00	13,64
2	Pala cargadora	20.5-25	4,00	15.301,00	61.204,00	38,64

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla se observa el rendimiento de filtro aceite de cada maquinaria para realizar el mantenimiento a las 250 horas, adjuntando en registro la cantidad y precio unitario.

Tabla 33: Requerimiento filtros – 250 horas

N°	T.de mant. en horas	250					250					250					250					Costo horario
		Filtro de aceite motor					Filtro de combustible primario					Filtro de combustible secundario					Filtro final de combustible					
		Código	Cantidad	P.U.	P.T.	Rend. (Bs/hora)	Código	Cantidad	P.U.	P.T.	Rend. (Bs/hora)	Código	Cantidad	P.U.	P.T.	Rend. (Bs/hora)	Código	Cantidad	P.U.	P.T.	Rend. (Bs/hora)	
1	Tractor Oruga	IR-1808	1,00	380,00	380,00	1,52	IR-0762	1,00	490,00	490,00	1,96	423-8525	1,00	750,00	750,00	3,00	RE522878	1,00	250,00	250,00	0,17	6,65
2	Excavadora	RE539279	1,00	200,00	200,00	0,80	RE522878	1,00	250,00	250,00	1,00	AT365870	1,00	450,00	450,00	1,80	RE529643	1,00	350,00	350,00	0,23	3,83
3	Pala cargadora	RE504836	1,00	150,00	150,00	0,60	RE541922	1,00	350,00	350,00	1,40	RE522878	1,00	250,00	250,00	1,00	AT365870	1,00	450,00	450,00	0,30	3,30

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla se observa el rendimiento de filtro aceite de cada maquinaria para realizar el mantenimiento a las 1000 horas, adjuntando en registro la cantidad y precio unitario.

Tabla 34: Requerimiento filtros – 1000 horas

N°	T.de mant. en horas	1000					1000					1000					1000					Costo horario
		Filtro de aceite hidraulico					Filtro de aceite de transmisión					Filtro de aire interno motor					Filtro de aire externo motor					
		Código	Cantidad	P.U.	P.T.	Rend. (Bs/hora)	Código	Cantidad	P.U.	P.T.	Rend. (Bs/hora)	Código	Cantidad	P.U.	P.T.	Rend. (Bs/hora)	Código	Cantidad	P.U.	P.T.	Rend. (Bs/hora)	
1	Tractor Oruga	1R-0735	2,00	499,00	998,00	1,00	TA31816	1,00	1.150,00	1.150,00	1,15	61-2502	1,00	1.300,00	1.300,00	1,30	61-2501	1,00	1.100,00	1.100,00	1,10	4,55
2	Excavadora	4656608	1,00	1.490,00	1.490,00	1,49	093-7521	1,00	690,00	690,00	0,69	AT300487	1,00	850,00	850,00	0,85	AT314583	1,00	750,00	750,00	0,75	3,78
3	Pala cargadora	AT367635	1,00	860,00	860,00	0,86	NR050132 3154	1,00	950,00	950,00	0,95	AF25969	1,00	1.100,00	1.100,00	1,10	AE25962	1,00	1.000,00	1.000,00	1,00	3,91

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla se observa el costo horario de aceite para mantenimiento a las 250, 1000 y 2000 horas, adjuntando en registro la cantidad y precio unitario.

Tabla 35: Requerimiento material para 250,1000 y 2000 horas

N°	T.de mant. en horas	250,00					1000					2000				
		Aceite motor					Aceite hidraulico Móvil					Aceite de mandos finales				
		Código	Cantidad	P.U.	P.T.	Rend. (Bs/hora)	Código	Cantidad	P.U.	P.T.	Rend. (Bs/hora)	Código	Cantidad	P.U.	P.T.	Rend. (Bs/hora)
1	Tractor oruga	15W40	30,00	47,50	1.425,00	5,70	10W30	110,00	49,00	5.390,00	5,39	SAE50	80,00	49,00	3.920,00	1,96
2	Excavadora	15W40	26,00	47,50	1.235,00	4,94	10W30	150,00	49,00	7.350,00	7,35	SAE50	30,00	49,00	1.470,00	0,74
3	Pala cargadora	15W40	20,00	47,50	950,00	3,80	10W30	93,00	49,00	4.557,00	4,56	10W30	34,00	49,00	1.666,00	0,83

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla se observa el costo de filtros, baterías, material de costo para mantenimiento preventivo; además del costo de mantenimiento correctivo, costo por operador y costo total de la maquinaria en (Bs/hr)

Tabla 36: Costo de mantenimiento preventivo – anual

N°	Equipo	Costo de mantenimiento preventivo (Bs/hora)					Costo mant. preventivo (Bs/hora)	Costo mant. correctivo (Bs/hora)	Costo total M.P.+MC (Bs/hora)	Costo combustible (Bs/hora)	Costo operador (Bs/hora)	Costo total de maquinaria (Bs/hora)	Costo anual Bs.
		Filtros	Lubricantes	Baterías	Llantas	Material de corte							
1	Volqueta	1,34	5,01	1,14	13,64	0,00	21,13	19,01	40,14	18,63	24,00	82,77	174.812,29
2	Tractor oruga	4,55	1,96	2,29	0,00	11,67	20,47	32,14	52,61	7,29	24,00	83,90	177.191,28
3	Excavadora	3,78	0,74	2,29	0,00	9,57	16,37	28,97	45,34	2,73	24,00	72,08	152.229,11
4	Pala cargadora	3,91	0,83	1,23	38,64	12,36	56,97	85,45	142,42	3,10	24,00	169,52	358.026,55
Costo total equipos												862.259,24	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Costo de mantenimiento preventivo – semestral

N°	Equipo	Costo de mantenimiento preventivo (Bs/hora)					Costo mant. preventivo (Bs/hora)	Costo mant. correctivo (Bs/hora)	Costo total M.P.+MC (Bs/hora)	Costo combustible (Bs/hora)	Costo operador (Bs/hora)	Costo total de maquinaria (Bs/hora)	Costo semestral Bs.
		Filtros	Lubricantes	Baterías	Llantas	Material de corte							
1	Volqueta	1,34	5,01	1,14	13,64	0,00	21,13	19,01	40,14	18,63	24,00	82,77	87.406,15
2	Tractor oruga	4,55	1,96	2,29	0,00	11,67	20,47	32,14	52,61	7,29	24,00	83,90	88.595,64
3	Excavadora	3,78	0,74	2,29	0,00	9,57	16,37	28,97	45,34	2,73	24,00	72,08	76.114,55
4	Pala cargadora	3,91	0,83	1,23	38,64	13,06	57,67	86,50	144,17	3,10	24,00	171,27	180.861,28
Costo total equipos												432.977,62	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Costo de mantenimiento preventivo – trimestral

N°	Equipo	Costo de mantenimiento preventivo (Bs/hora)					Costo mant. preventivo (Bs/hora)	Costo mant. correctivo (Bs/hora)	Costo total M.P.+MC (Bs/hora)	Costo combustible (Bs/hora)	Costo operador (Bs/hora)	Costo total de maquinaria (Bs/hora)	Costo trimestral Bs.
		Filtros	Lubricantes	Baterías	Llantas	Material de corte							
1	Volqueta	1,34	5,01	1,14	13,64	0,00	21,13	19,01	40,14	18,63	24,00	82,77	43.703,07
2	Tractor oruga	4,55	1,96	2,29	0,00	11,67	20,47	32,14	52,61	7,29	24,00	83,90	44.297,82
3	Excavadora	3,78	0,74	2,29	0,00	9,57	16,37	28,97	45,34	2,73	24,00	72,08	38.057,28
4	Pala cargadora	3,91	0,83	1,23	38,64	13,06	57,67	86,50	144,17	3,10	24,00	171,27	90.430,64
Costo total equipos												216.488,81	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Costo de mantenimiento preventivo – quincenal

N°	Equipo	Costo de mantenimiento preventivo (Bs/hora)					Costo mant. preventivo (Bs/hora)	Costo mant. correctivo (Bs/hora)	Costo total M.P.+MC (Bs/hora)	Costo combustible (Bs/hora)	Costo operador (Bs/hora)	Costo total de maquinaria (Bs/hora)	Costo quincenal Bs.
		Filtros	Lubricantes	Baterías	Llantas	Material de corte							
1	Volqueta	1,34	5,01	1,14	13,64	0,00	21,13	19,01	40,14	18,63	24,00	82,77	7.946,01
2	Tractor oruga	4,55	1,96	2,29	0,00	11,67	20,47	32,14	52,61	7,29	24,00	83,90	8.054,15
3	Excavadora	3,78	0,74	2,29	0,00	9,57	16,37	28,97	45,34	2,73	24,00	72,08	6.919,50
4	Pala cargadora	3,91	0,83	1,23	38,64	13,06	57,67	86,50	144,17	3,10	24,00	171,27	16.441,93
Costo total equipos												39.361,60	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados maquinaria mes de mayo

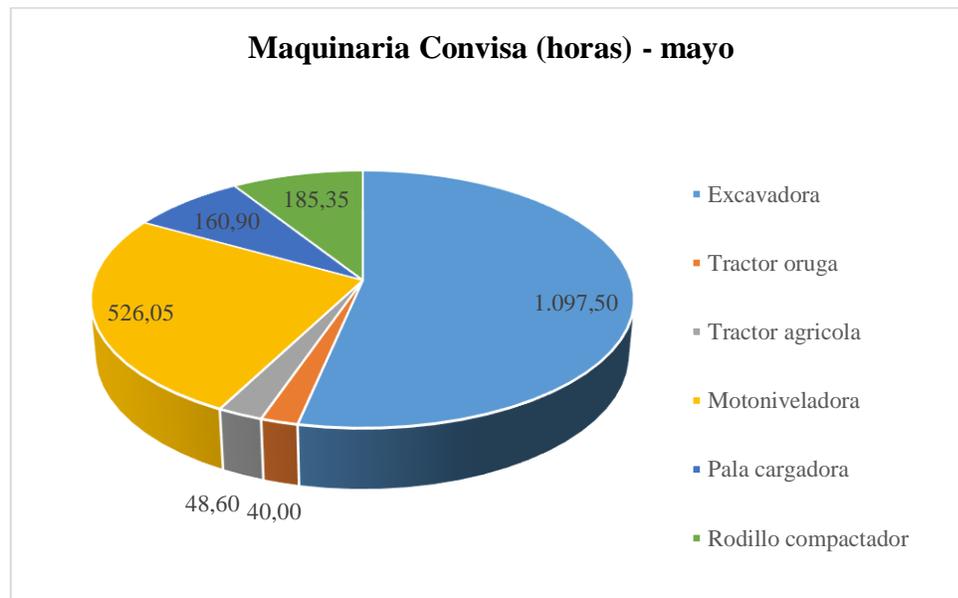
4.1.1 Resumen de costo y horas del mes de mayo – maquinaria Convisa

Tabla 40: Resumen maquinaria propia Convisa - mayo

Maquinaria Convisa	Total horas trabajadas	Total \$us
Excavadora	1.097,50	36.980,00
Tractor oruga	40,00	2.600,00
Tractor agrícola	48,60	1.215,00
Motoniveladora	526,05	23.980,50
Pala cargadora	160,90	5.631,50
Rodillo compactador	185,35	1.960,50

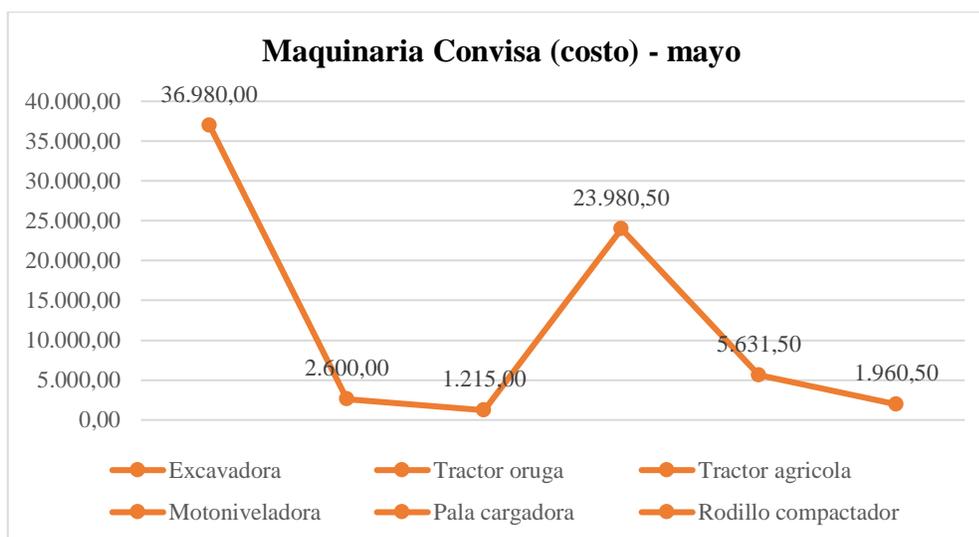
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4: Resumen Convisa – mayo (horas)



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 5: Resumen Convisa - mayo (costo)



Fuente: Elaboración propia

En el presente análisis respecto a la maquinaria propia de la empresa Convisa, se observa que la excavadora, es la maquinaria con mayor horas de trabajo en las actividades de terraplén compactado, acopio de materiales, desbroce y limpieza, producción de sub-base (zaranda), muros de contención. Su costo horario es de 40\$/hr, siendo esta maquinaria la de mayor costo en el mes.

El tractor oruga es la maquinaria con menor horas trabajadas en las actividades de terraplén compactado, conformación de buzón; y en referencia al costo, el tractor agrícola es el que menor costo presenta en la actividad de terraplén compactado, durante el mes de mayo.

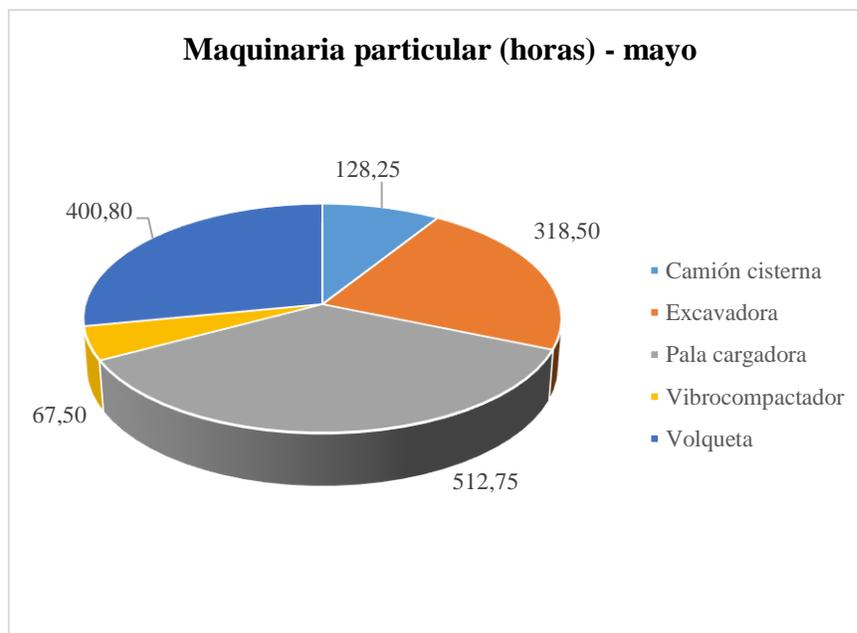
4.1.2 Resumen de costo y horas del mes de mayo – maquinaria particular

Tabla 41: Resumen maquinaria particular - mayo

Maquinaria particular	Total horas trabajadas	Total \$us
Camión cisterna	128,25	12.825,00
Excavadora	318,50	19.110,00
Pala cargadora	512,75	23.073,75
Vibro compactador	67,50	2.700,00
Volqueta	400,80	46.760,00

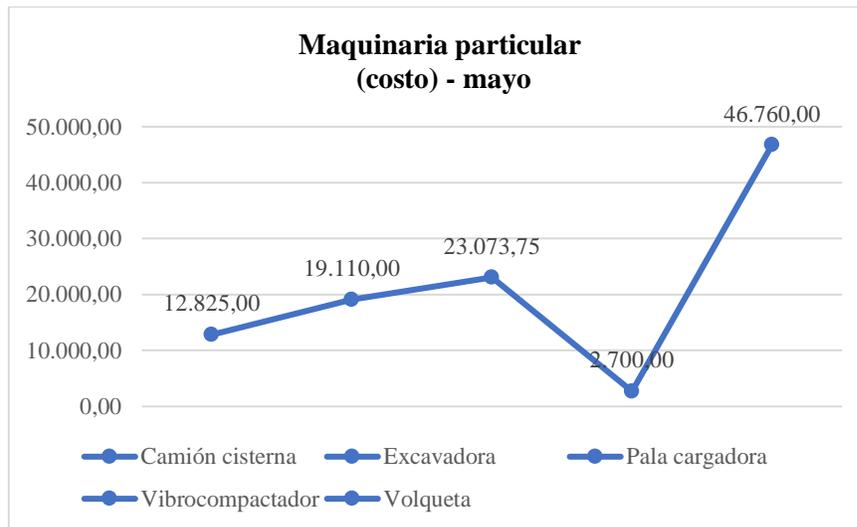
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 6: Resumen particular - mayo (horas)



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 7: Resumen particular - mayo (costo)



Fuente: Elaboración propia

En el presente análisis respecto a la maquinaria alquilada por la empresa Convisa, se observa que la pala cargadora, es la maquinaria con mayor horas de trabajo en las actividades de sobre acarreo, acopio de material para plataforma, terraplén compactado, remoción de derrumbes, conformación de capa subbase, conformación de buzón. Su costo horario es de 35\$/hr, siendo esta maquinaria la de mayor costo en el mes.

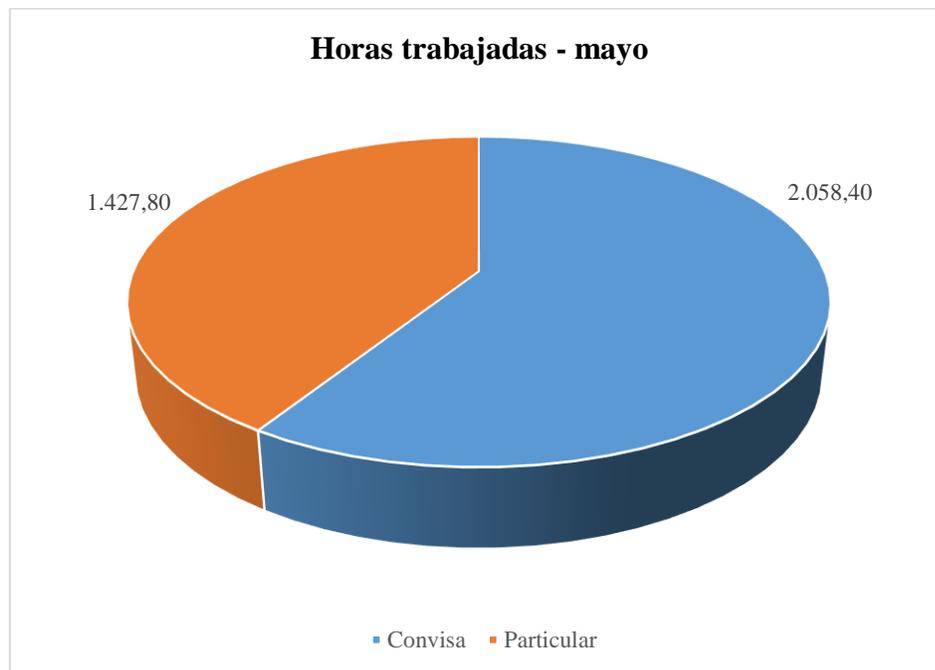
El vibrocompactador presenta menor horas de trabajo en las actividades de terraplén compactado y conformación de capa sub-base, siendo el de menor costo durante el mes de mayo.

Tabla 42: Comparación de maquinarias Convisa y particular - mayo

Maquinaria	Total horas trabajadas	Total \$us
Convisa	2.058,40	72.367,50
Particular	1.427,80	104.468,75

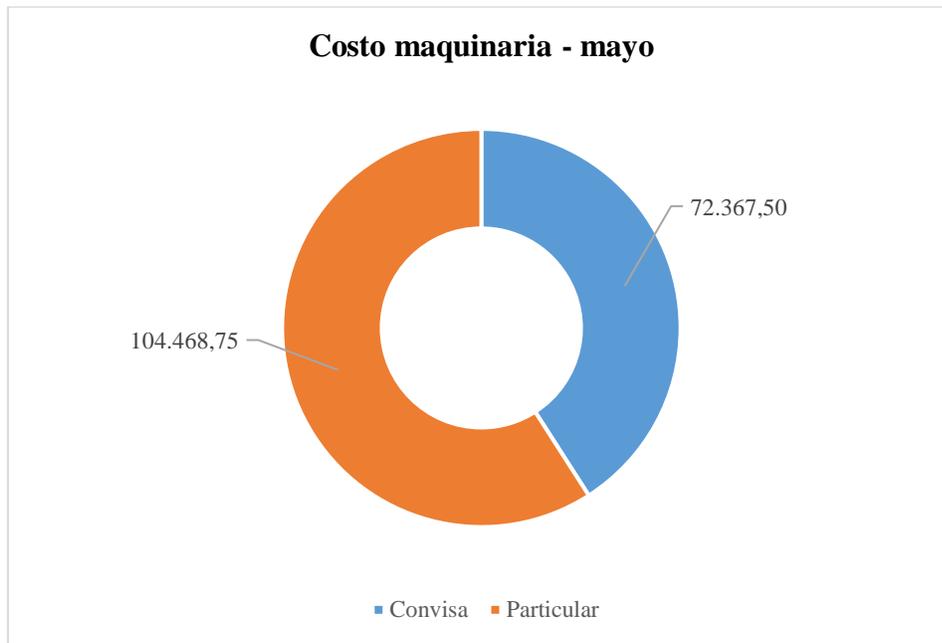
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 8: Comparación de horas trabajadas - mayo



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 9: Comparación de costo - mayo



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente análisis del mes de mayo, se observa que la empresa Convisa presenta mayor cantidad de horas de trabajo y costo en las diferentes actividades de movimiento de tierras; la maquinaria propia considerada registra un control de costo/horario.

Respecto a la maquinaria alquilada presenta una menor cantidad de horas de trabajo y costo en comparación a las actividades de la maquinaria propia; lleva un control mixto, costo/horario y costo/mensual.

4.2 Resultados maquinaria mes de junio

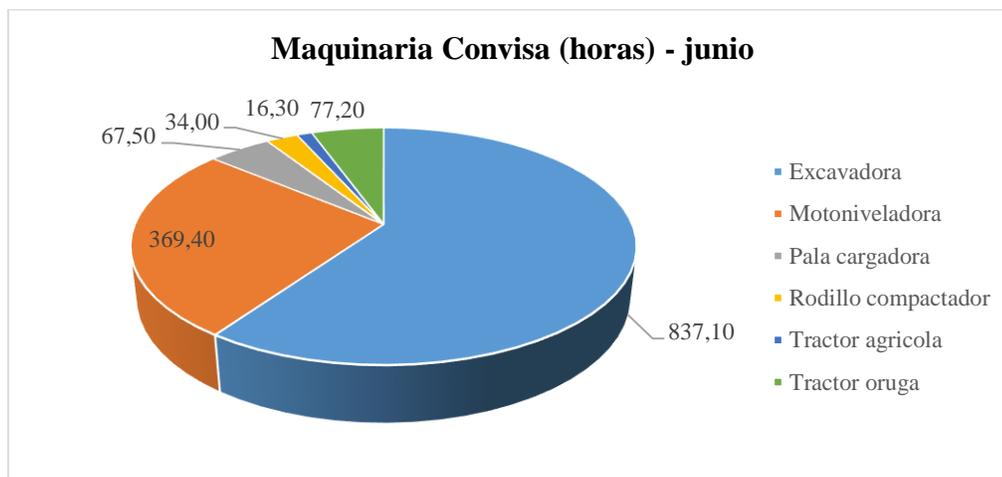
4.2.1 Resumen de costo y horas del mes de junio – maquinaria Convisa

Tabla 43: Resumen maquinaria Convisa - junio

Maquinaria Convisa	Total horas trabajadas	Total \$us
Excavadora	837,10	33.484,00
Motoniveladora	369,40	16.623,00
Pala cargadora	67,50	2.362,50
Rodillo compactador	34,00	1.020,00
Tractor agrícola	16,30	407,50
Tractor oruga	77,20	5.018,00

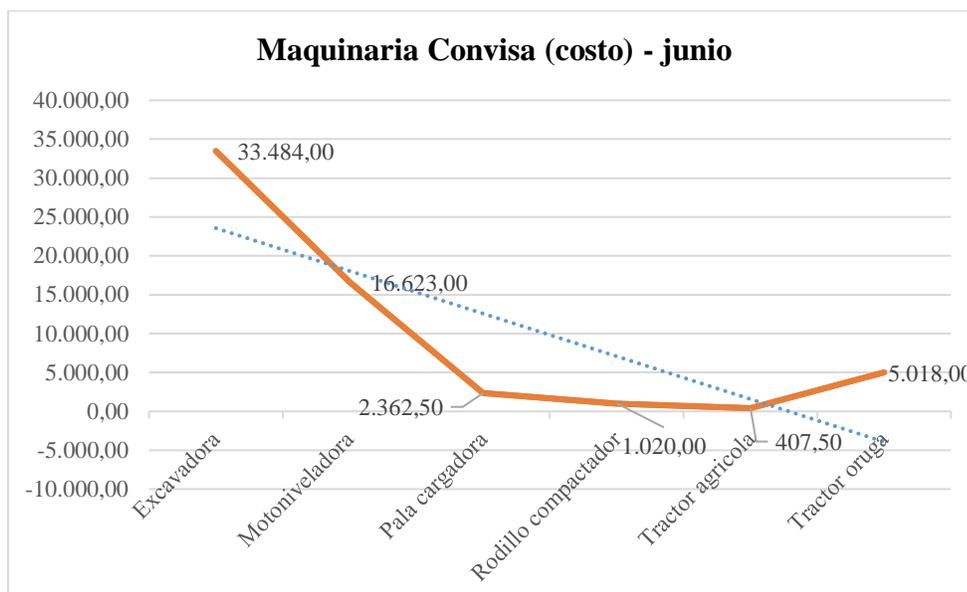
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 10: Resumen Convisa – junio (horas)



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 11: Resumen Convisa - junio (costo)



Fuente: Elaboración propia

En el presente análisis respecto a la maquinaria propia de la empresa Convisa, se observa que la excavadora, es la maquinaria con más horas de trabajo en las actividades de terraplén compactado, acopio de materiales, desbroce y limpieza, producción de Sub-base (zaranda), hormigones – alcantarillas. Su costo horario es de 40\$/hr, siendo esta maquinaria la de mayor costo en el mes de junio.

El tractor agrícola es la maquinaria con menor cantidad en costo y horas trabajadas en las actividades de terraplén compactado.

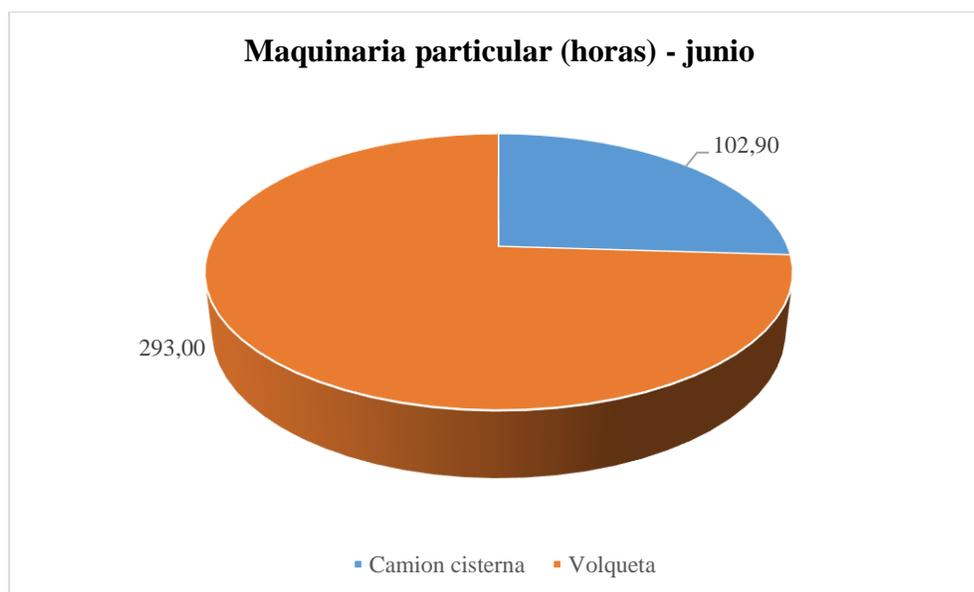
4.2.2 Resumen de costo y horas del mes de junio – maquinaria particular

Tabla 44: Resumen maquinaria particular - junio

Maquinaria particular	Total horas trabajadas	Total \$us
Camión cisterna	102,90	25,73
Volqueta	293,00	29,50

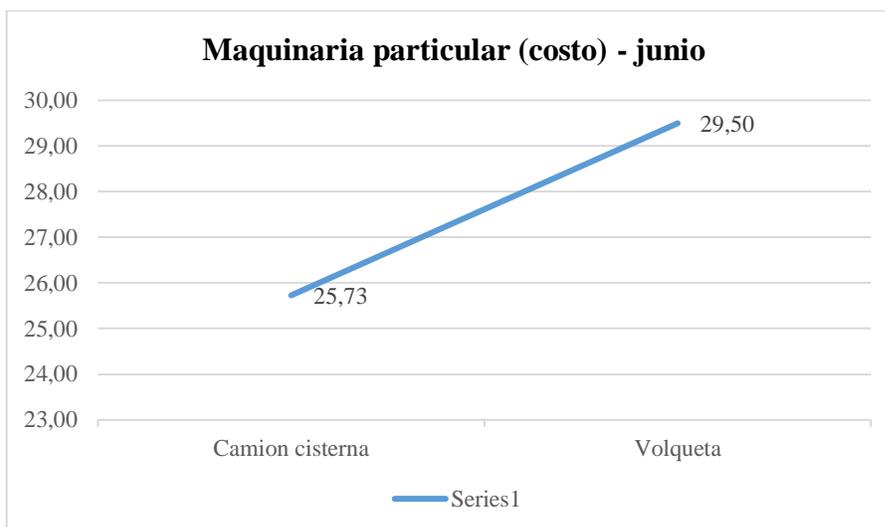
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 12: Resumen particular - junio (horas)



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 13: Resumen particular - junio (costo)



Fuente: Elaboración propia

En el presente análisis respecto a la maquinaria alquilada por la empresa Convisa, se observa que la volqueta, es la maquinaria con más horas de trabajo en las actividades de desbroce y limpieza, sobre acarreo, acopio de material para plataforma, terraplén compactado, remoción de derrumbes, conformación de capa sub-base(zaranda), hormigones – alcantarillas, conformación de buzón. Su costo mensual es de 3.500\$/mes, siendo esta maquinaria la de mayor costo en el mes.

El camión cisterna, presenta menor horas de trabajo en las actividades de desbroce y limpieza, terraplén compactado, conformación de capa sub-base, hormigones – alcantarillas, muros de contención siendo la de menor costo durante el mes de junio.

Tabla 45: Comparación de maquinaria Convisa y particular - junio

Maquinaria	Total horas trabajadas	Total \$us
Convisa	1.401,50	58.915,00
Particular	395,90	55,22

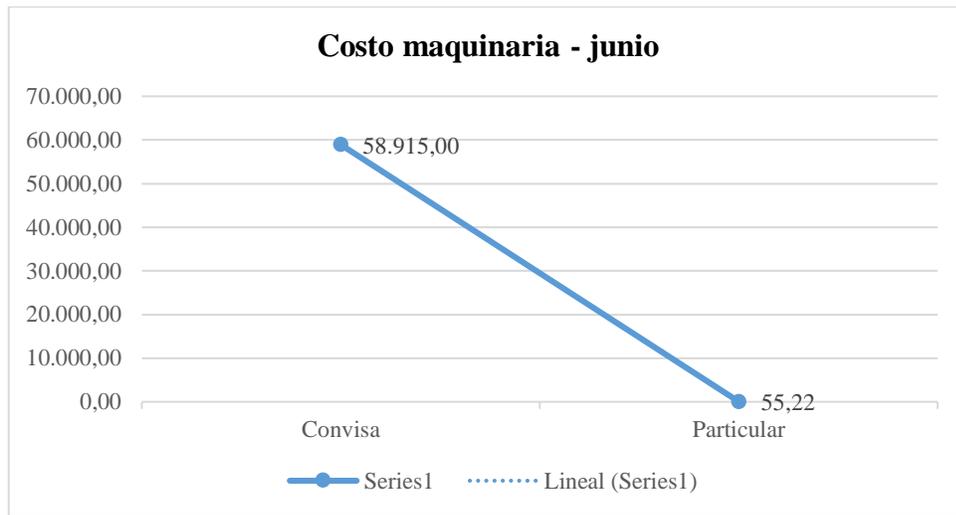
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 14: Comparación horas trabajas - junio



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 15: Comparación de costo - junio



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente análisis del mes de junio, se observa que la empresa Convisa presenta más horas de trabajo y costo en las diferentes actividades de movimiento de tierras; la maquinaria propia considerada registra un control de costo/horario.

Respecto a la maquinaria alquilada presenta una menor cantidad de horas de trabajo y costo en comparación a las actividades de la maquinaria propia; lleva un control de costo/mensual.

4.3 Resultados maquinaria mes de julio

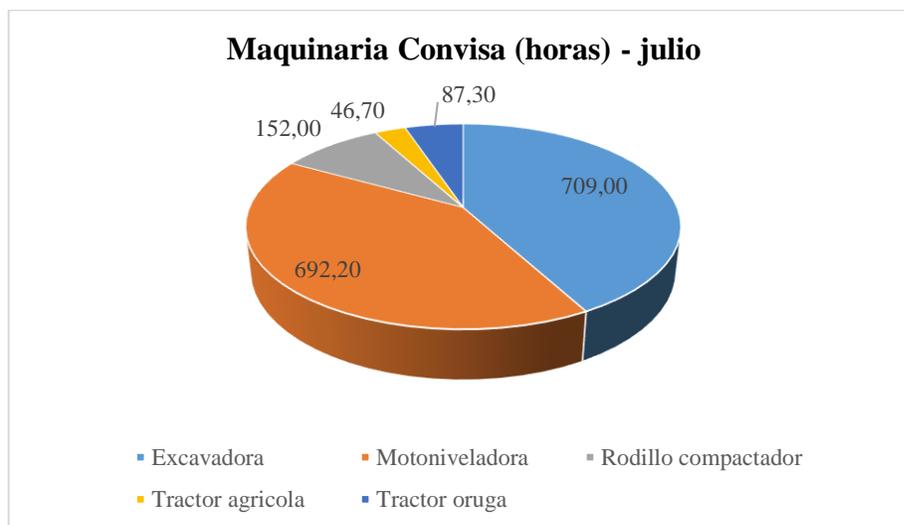
4.3.1. Resumen de costo y horas del mes de julio – maquinaria Convisa

Tabla 46:Resumen maquinaria Convisa - julio

Maquinaria Convisa	Total horas trabajadas	Total \$us
Excavadora	709,00	28.360,00
Motoniveladora	692,20	28.499,50
Rodillo compactador	152,00	4.560,00
Tractor agrícola	46,70	1.167,50
Tractor oruga	87,30	5.674,50

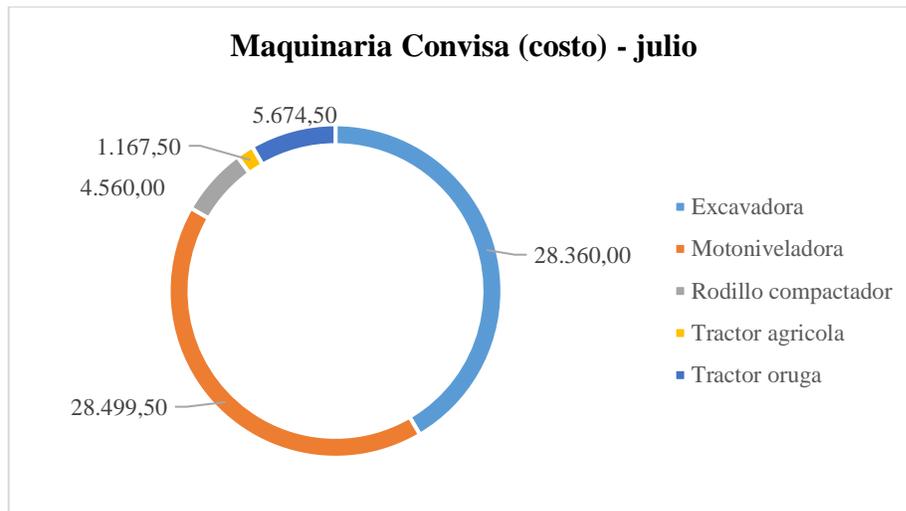
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 16: Resumen Convisa - julio (horas)



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 17: Resumen Convisa - julio (costo)



Fuente: Elaboración propia

En el presente análisis respecto a la maquinaria propia de la empresa Convisa, se observa que la excavadora, es la maquinaria con más horas de trabajo en las actividades de terraplén compactado, acopio de material para plataforma, conformación de capa sub-base, producción de sub-base (zaranda), muros de contención. Su costo horario es de 40\$/hr, siendo esta maquinaria la de mayor costo en el mes.

El tractor agrícola, es la maquinaria con menos horas trabajadas en las actividades de terraplén compactado; y en referencia al costo, es la de menor costo en el mes de julio.

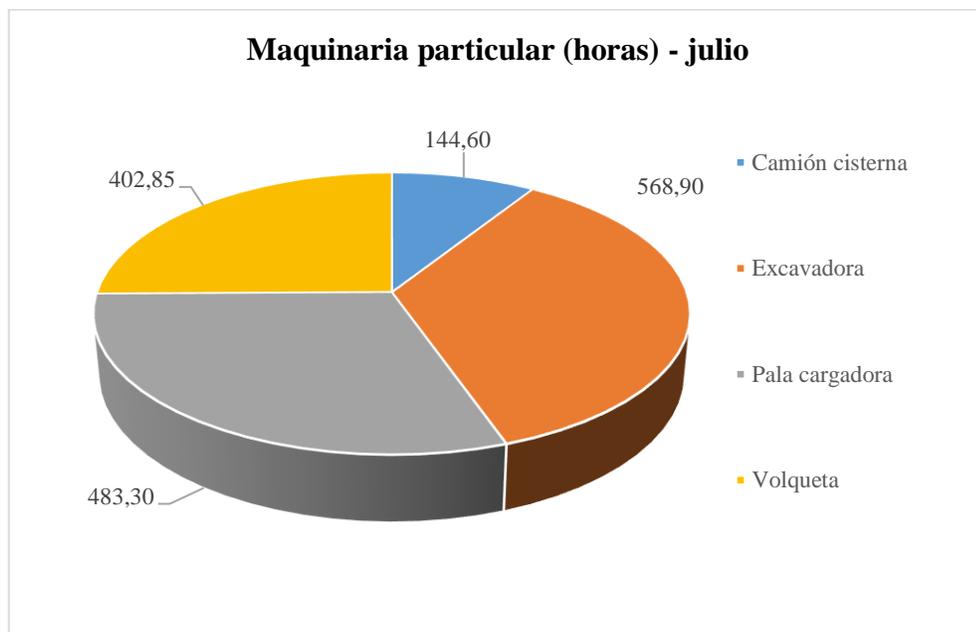
4.3.2. Resumen de costo y horas del mes de julio – maquinaria particular

Tabla 47: Resumen maquinaria particular - julio

Maquinaria particular	Total horas trabajadas	Total \$us
Camión cisterna	144,60	14.460,00
Excavadora	568,90	34.134,00
Pala cargadora	483,30	21.748,50
Volqueta	402,85	46.999,17

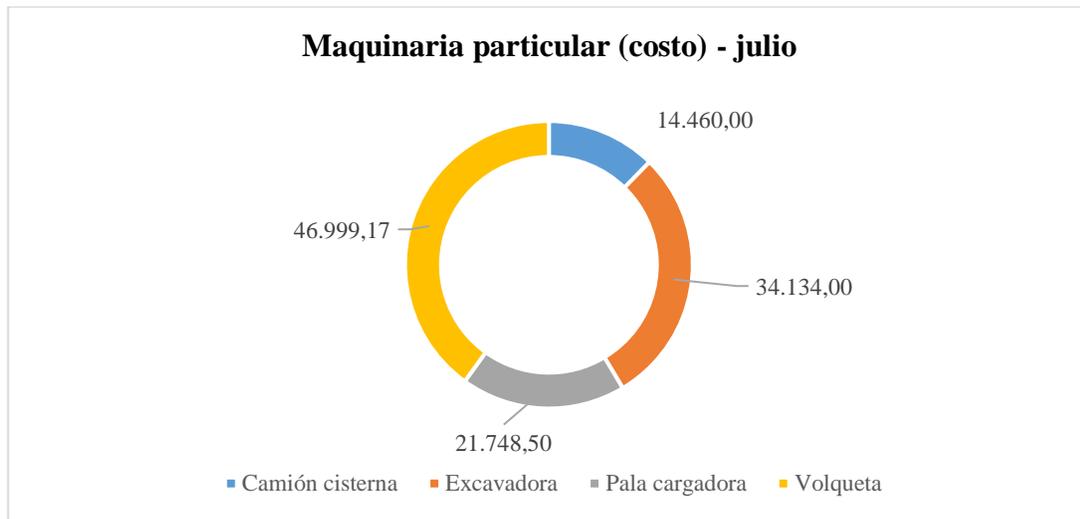
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 18: Resumen particular - julio (horas)



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 19: Resumen particular - julio (costo)



Fuente: Elaboración propia

En el presente análisis respecto a la maquinaria alquilada por la empresa Convisa, se observa que la excavadora, es la maquinaria con mayor horas de trabajo en las actividades de desbroce y limpieza, acopio de material para plataforma, terraplén compactado, conformación de capa sub-base, producción de sub-base (zaranda), hormigones – alcantarillas, puentes, muros de contención, Su costo horario es de 40\$/hr, siendo esta maquinaria la de mayor costo en el mes.

El camión cisterna, presenta menor cantidad de horas de trabajo en las actividades de desbroce y limpieza, terraplén compactado, conformación de capa sub-base, hormigones – alcantarillas, rellenos y compactado estructural, puentes, muros de contención, siendo la de menor costo durante el mes de julio.

Tabla 48: Comparación de maquinaria Convisa y particular - julio

Maquinaria Convisa	Total horas trabajadas	Total \$us
Convisa	1.687,20	68.261,50
Particular	1.599,65	117.341,67

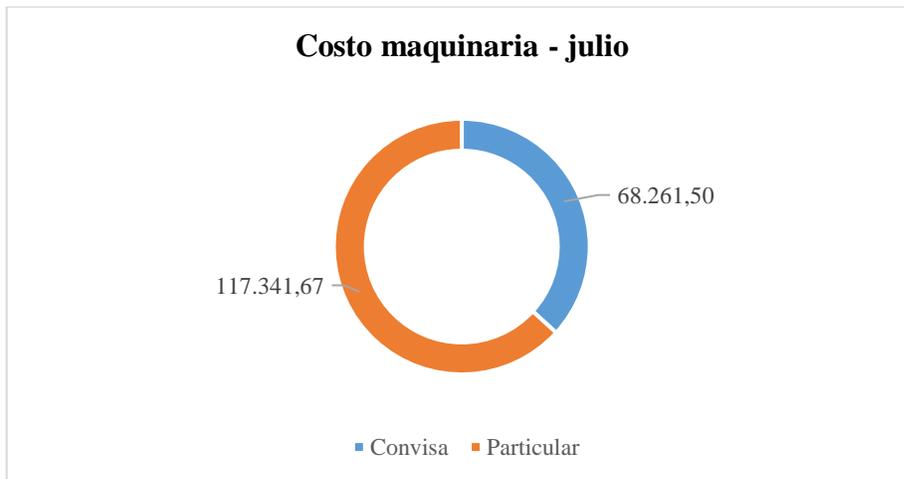
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 20: Comparación de horas trabajadas - julio



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 21: Comparación de costo - julio



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente análisis del mes de julio, se observa que la empresa Convisa presenta más horas de trabajo pero menor costo en las diferentes actividades de movimiento de tierras; la maquinaria propia considerada registra un control de costo/horario.

Respecto a la maquinaria alquilada presenta una menor cantidad de horas de trabajo, pero mayor costo en comparación a las actividades de la maquinaria propia; lleva un control mixto, costo/horario y costo/mensual.

4.4 Rendimientos

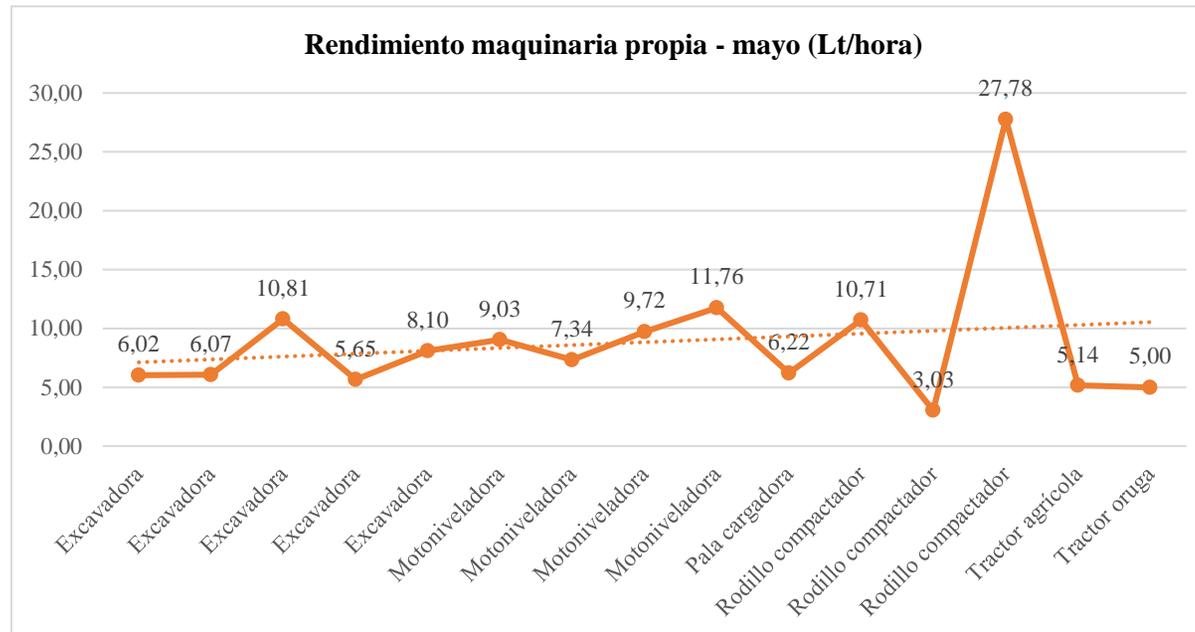
4.4.1. Rendimientos del mes de mayo – maquinaria Convisa

Tabla 49: Rendimientos de la maquinaria Convisa - mayo

No.	Código interno	Maquinaria	Hrs. máquina	Días trabajados	Consumo de diésel reporte almacén (Lt.)	Consumo de diésel según partes diarios (Lt.)	Rendimiento (Lt/hr)	Rendimiento (Lt/día)
1	EX-01	Excavadora	199,50	20,00	1.200,00	1.170,75	6,02	60,00
2	EX-02	Excavadora	214,00	21,00	1.300,00	1.265,75	6,07	61,90
3	EX-03	Excavadora	120,30	23,00	1.300,00	1.060,10	10,81	56,52
4	EX-04	Excavadora	230,20	23,00	1.300,00	1.255,25	5,65	56,52
5	EX-05	Excavadora	160,50	24,00	1.300,00	1.084,50	8,10	54,17
6	M-02	Motoniveladora	144,00	24,00	1.300,00	1.130,50	9,03	54,17
7	M-06	Motoniveladora	163,50	19,00	1.200,00	1.015,75	7,34	63,16
8	M-07	Motoniveladora	123,40	23,00	1.200,00	1.087,40	9,72	52,17
9	M-08	Motoniveladora	102,00	27,00	1.200,00	1.005,50	11,76	44,44
10	P-02	Pala cargadora	160,90	21,00	1.000,00	965,40	6,22	47,62
11	VCRL-22	Rodillo compactador	14,00	20,00	150,00	35,00	10,71	7,50
12	RC-01	Rodillo compactador	49,55	13,00	150,00	95,50	3,03	11,54
13	RC-03	Rodillo compactador	1,80	18,00	50,00	12,00	27,78	2,78
14	TA-04	Tractor agrícola	48,60	6,00	250,00	182,90	5,14	41,67
15	TO-26	Tractor oruga	40,00	14,00	200,00	90,00	5,00	14,29

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 22: Rendimiento maquinaria propia - mayo



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente análisis, respecto a la maquinaria propia de la empresa Convisa, se observa el rodillo compactador RC-03 presenta un mayor rendimiento hora en las actividades ejecutadas; mientras el tractor oruga TO – 26 es la maquinaria de menor rendimiento registrado durante el mes de mayo.

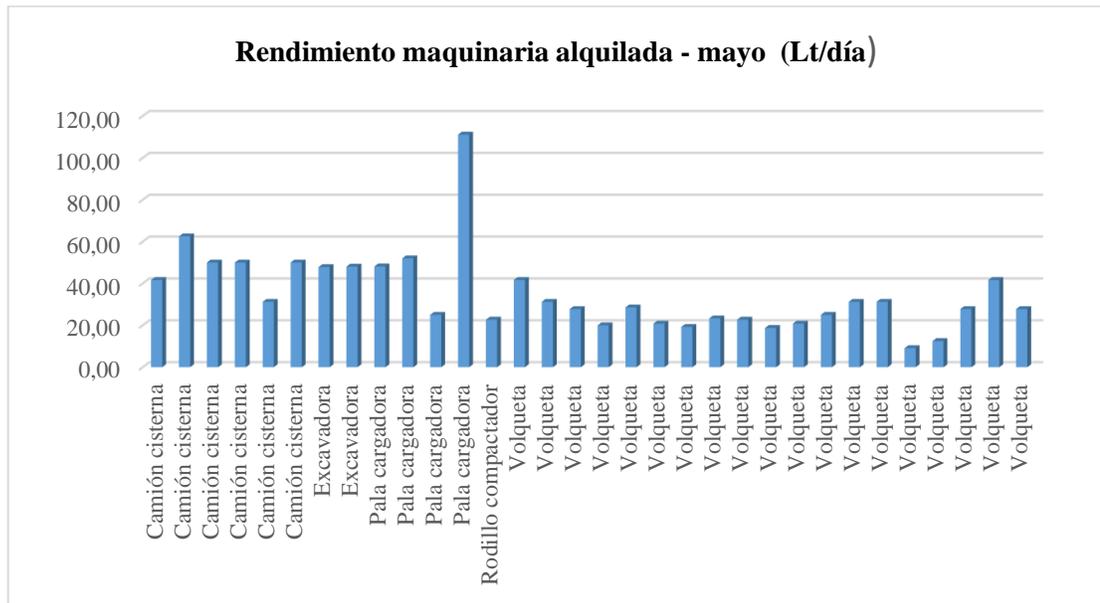
4.4.2. Rendimientos del mes de mayo – maquinaria particular

Tabla 50: Rendimientos de la maquinaria particular – mayo

No.	Código interno	Maquinaria	Hrs. máquina	Días trabajados	Consumo de diésel reporte almacén (Lt.)	Consumo de diésel según partes diarios (Lt.)	Rendimiento (Lt/hr)	Rendimiento (Lt/día)
1	CISA-02	Camión cisterna	25,00	6,00	250,00	55,00	10,00	41,67
2	CISA-04	Camión cisterna	26,50	4,00	250,00	61,50	9,43	62,50
3	CISA-06	Camión cisterna	9,00	3,00	150,00	26,00	16,67	50,00
4	CISA-01	Camión cisterna	25,50	5,00	250,00	61,00	9,80	50,00
5	CCA-07	Camión cisterna	22,85	8,00	250,00	53,50	10,94	31,25
6	CISA-07	Camión cisterna	19,40	3,00	150,00	41,50	7,73	50,00
7	EXA-06	Excavadora	173,00	23,00	1.100,00	971,75	6,36	47,83
8	EXA-12	Excavadora	145,50	26,00	1.250,00	905,50	8,59	48,08
9	PA-01	Pala cargadora	171,50	27,00	1.300,00	1.039,50	7,58	48,15
10	PA-04	Pala cargadora	146,50	25,00	1.300,00	980,00	8,87	52,00
11	PA-05	Pala cargadora	55,25	24,00	600,00	330,00	10,86	25,00
12	PA-06	Pala cargadora	139,50	9,00	1.000,00	940,00	7,17	111,11
13	RCA-06	Rodillo compactador	67,50	11,00	250,00	105,00	3,70	22,73
14	VQA-02	Volqueta	19,35	6,00	250,00	110,00	12,92	41,67
15	VQA-03	Volqueta	22,15	8,00	250,00	125,00	11,29	31,25
16	VQA-04	Volqueta	25,40	9,00	250,00	142,50	9,84	27,78
17	VQA-08	Volqueta	18,85	10,00	200,00	105,00	10,61	20,00
18	VQA-09	Volqueta	23,50	7,00	200,00	120,00	8,51	28,57
19	VQA-10	Volqueta	22,30	12,00	250,00	116,50	11,21	20,83
20	VQA-11	Volqueta	24,70	13,00	250,00	127,50	10,12	19,23
21	VQA-12	Volqueta	20,35	15,00	350,00	117,50	17,20	23,33
22	VQA-13	Volqueta	25,10	11,00	250,00	147,50	9,96	22,73
23	VQA-15	Volqueta	22,10	16,00	300,00	108,50	13,57	18,75
24	VQA-16	Volqueta	19,90	12,00	250,00	103,50	12,56	20,83
25	VQA-17	Volqueta	25,85	10,00	250,00	149,00	9,67	25,00
26	VQA-18	Volqueta	21,75	8,00	250,00	118,00	11,49	31,25
27	VQA-19	Volqueta	22,75	8,00	250,00	123,00	10,99	31,25
28	V-29	Volqueta	2,50	11,00	100,00	21,00	40,00	9,09
29	V-22	Volqueta	13,00	8,00	200,00	100,00	7,69	12,50
30	VH-09	Volqueta	24,70	9,00	250,00	130,00	10,12	27,78
31	VQA-23	Volqueta	23,75	6,00	250,00	127,50	10,53	41,67
32	VQA-24	Volqueta	22,80	9,00	250,00	118,50	10,96	27,78

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 23: Rendimiento maquinaria alquilada - mayo



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente análisis, respecto a la maquinaria alquilada por la empresa Convisa, se observa que la pala cargadora PA-06 presenta un mayor rendimiento día en las actividades ejecutadas; mientras la volqueta V- 29 es la maquinaria de menor rendimiento registrado durante el mes de mayo.

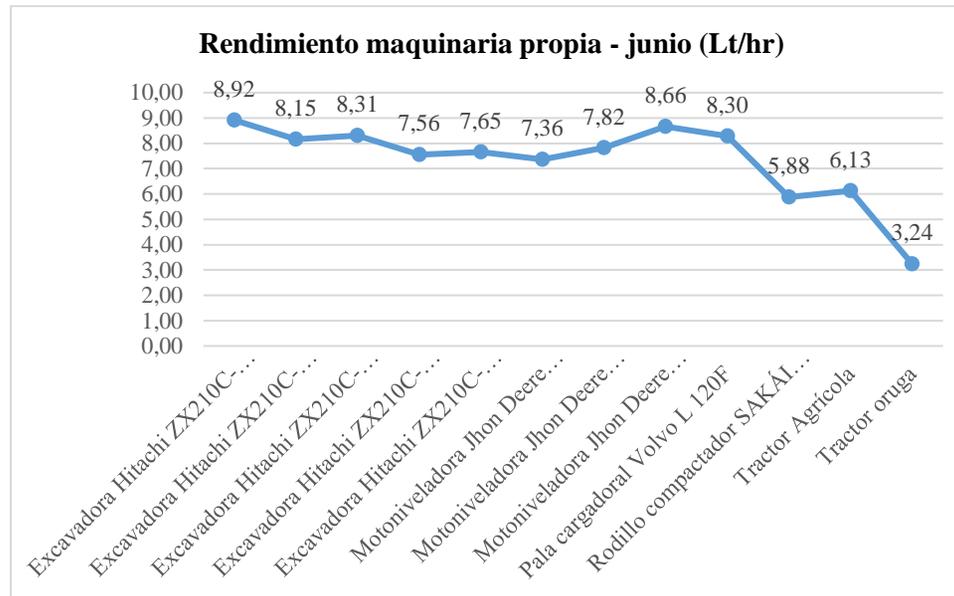
4.4.3. Rendimientos del mes de junio – maquinaria Convisa

Tabla 51: Rendimientos de la maquinaria Convisa – junio

No.	Código interno	Maquinaria	Hrs. máquina	Días trabajados	Consumo de diésel reporte almacén (Lt.)	Consumo de diésel según partes diarios (Lt.)	Rendimiento (Lt/hr)	Rendimiento (Lt/día)
1	EX-01	Excavadora Hitachi ZX210C-5G	115,50	16,00	1.030,00	808,50	8,92	64,38
2	EX-02	Excavadora Hitachi ZX210C-5G	159,50	21,00	1.300,00	1.116,50	8,15	61,90
3	EX-03	Excavadora Hitachi ZX210C-5G	180,60	23,00	1.500,00	1.264,20	8,31	65,22
4	EX-04	Excavadora Hitachi ZX210C-5G	198,50	23,00	1.500,00	1.389,50	7,56	65,22
5	EX-05	Excavadora Hitachi ZX210C-5G	183,00	24,00	1.400,00	1.281,00	7,65	58,33
6	M-02	Motoniveladora Jhon Deere 670G	120,90	24,00	890,00	785,85	7,36	37,08
7	M-06	Motoniveladora Jhon Deere 670G	121,50	19,00	950,00	729,00	7,82	50,00
8	M-07	Motoniveladora Jhon Deere 670G	127,00	27,00	1.100,00	825,50	8,66	40,74
9	P-02	Pala cargadora Volvo L 120F	67,50	15,00	560,00	338,75	8,30	37,33
10	VCRL-22	Rodillo compactador SAKÁI SV530DF	34,00	12,00	200,00	51,00	5,88	16,67
11	TA-04	Tractor Agrícola	16,30	6,00	100,00	84,50	6,13	16,67
12	TO-26	Tractor oruga	77,20	14,00	250,00	145,80	3,24	17,86

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 24: Rendimiento maquinaria propia - junio



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente análisis, respecto a la maquinaria propia de la empresa Convisa, se observa que la excavadora EX-01 presenta un mayor rendimiento horario en las actividades ejecutadas; mientras el tractor oruga TO-26 es la de menor rendimiento registrado durante el mes de junio.

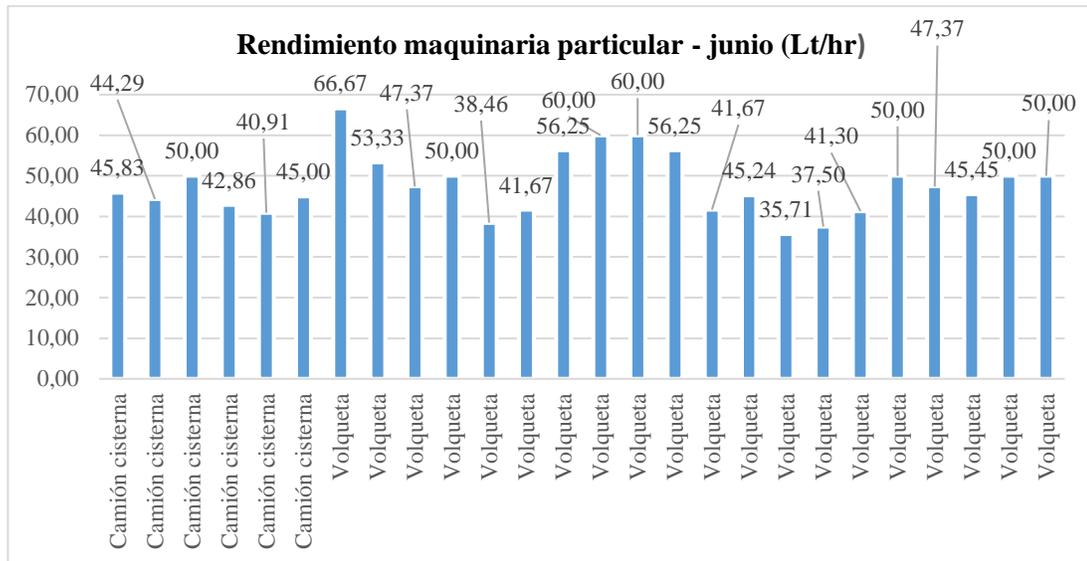
4.4.4. Rendimientos del mes de junio – maquinaria particular

Tabla 52: Rendimientos de la maquinaria particular – junio

No.	Código interno	Equipo	Hrs. Máquina	Días trabajados	Consumo de diésel reporte almacén (Lt.)	Consumo de diésel según partes diarios (Lt.)	Rendimiento (Lt/hr)	Rendimiento (Lt/día)
1	CISA-01	Camión cisterna	237,50	24,00	1.100,00	615,00	4,63	45,83
2	CISA-02	Camión cisterna	206,00	21,00	930,00	612,50	4,51	44,29
3	CISA-04	Camión cisterna	51,00	6,00	300,00	118,00	5,88	50,00
4	CISA-06	Camión cisterna	205,00	21,00	900,00	753,00	4,39	42,86
5	CCA-07	Camión cisterna	110,00	11,00	450,00	230,00	4,09	40,91
6	CISA-07	Camión cisterna	219,50	22,00	990,00	658,50	4,51	45,00
7	VQA-02	Volqueta	59,00	6,00	400,00	125,00	6,78	66,67
8	VQA-03	Volqueta	147,00	15,00	800,00	535,00	5,44	53,33
9	VQA-04	Volqueta	167,50	19,00	900,00	587,50	5,37	47,37
10	VQA-08	Volqueta	93,00	10,00	500,00	223,00	5,38	50,00
11	VQA-09	Volqueta	123,50	13,00	500,00	377,50	4,05	38,46
12	VQA-10	Volqueta	117,00	12,00	500,00	315,00	4,27	41,67
13	VQA-11	Volqueta	155,00	16,00	900,00	485,00	5,81	56,25
14	VQA-12	Volqueta	143,50	15,00	900,00	447,50	6,27	60,00
15	VQA-13	Volqueta	141,50	15,00	900,00	403,50	6,36	60,00
16	VQA-15	Volqueta	155,00	16,00	900,00	475,00	5,81	56,25
17	VQA-16	Volqueta	119,00	12,00	500,00	325,00	4,20	41,67
18	VQA-17	Volqueta	206,50	21,00	950,00	622,50	4,60	45,24
19	VQA-18	Volqueta	137,00	14,00	500,00	385,00	3,65	35,71
20	VQA-19	Volqueta	79,00	8,00	300,00	153,00	3,80	37,50
21	V-29	Volqueta	230,00	23,00	950,00	605,00	4,13	41,30
22	V-22	Volqueta	180,00	18,00	900,00	555,50	5,00	50,00
23	VH-09	Volqueta	189,00	19,00	900,00	563,00	4,76	47,37
24	VQA-23	Volqueta	215,50	22,00	1.000,00	627,50	4,64	45,45
25	VQA-24	Volqueta	176,50	18,00	900,00	652,50	5,10	50,00
26	VQA-25	Volqueta	95,50	10,00	500,00	234,00	5,24	50,00

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 25: Rendimiento maquinaria alquilada - junio



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente análisis, respecto a la maquinaria alquilada por la empresa Convisa, se observa que la volqueta VQA-02 presenta un mayor rendimiento día en las actividades ejecutadas; mientras que la volqueta VQA-18 es la maquinaria de menor rendimiento registrado durante el mes de junio.

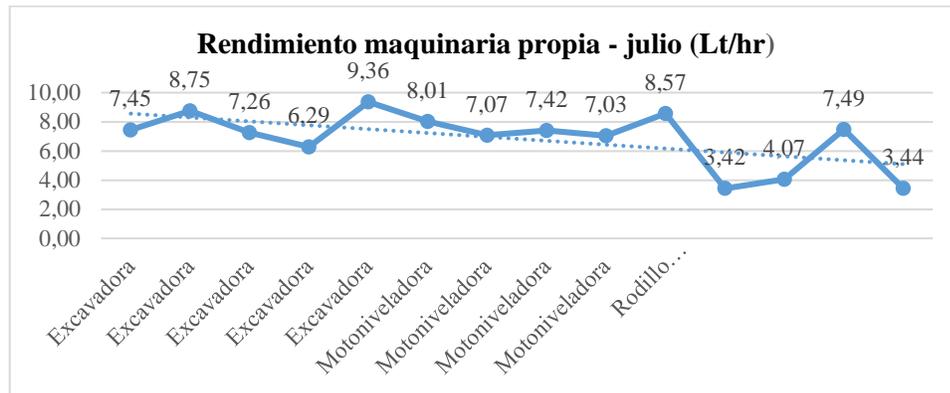
4.4.5. Rendimientos del mes de julio – maquinaria Convisa

Tabla 53: Rendimientos de la maquinaria Convisa – julio

No.	Código interno	Maquinaria	Hrs. máquina	Días trabajados	Consumo de diésel reporte almacén (Lt.)	Consumo de diésel según partes diarios (Lt.)	Rendimiento (Lt/hr)	Rendimiento (Lt/día)
1	EX-01	Excavadora	94,00	12,00	700,00	687,00	7,45	58,33
2	EX-02	Excavadora	80,00	10,00	700,00	630,00	8,75	70,00
3	EX-03	Excavadora	179,00	26,00	1.300,00	1.105,50	7,26	50,00
4	EX-04	Excavadora	238,50	30,00	1.500,00	1.358,50	6,29	50,00
5	EX-05	Excavadora	117,50	18,00	1.100,00	1.035,00	9,36	61,11
6	M-02	Motoniveladora	162,30	28,00	1.300,00	1.151,00	8,01	46,43
7	M-06	Motoniveladora	184,00	26,00	1.300,00	1.279,50	7,07	50,00
8	M-07	Motoniveladora	175,20	29,00	1.300,00	1.214,50	7,42	44,83
9	M-08	Motoniveladora	170,70	25,00	1.200,00	1.242,40	7,03	48,00
10	VCRL-22	Rodillo compactador	17,50	20,00	150,00	35,00	8,57	7,50
11	RC-01	Rodillo compactador	73,00	13,00	250,00	103,00	3,42	19,23
12	RC-03	Rodillo compactador	61,50	18,00	250,00	98,00	4,07	13,89
13	TA-04	Tractor agrícola	46,70	7,00	350,00	230,00	7,49	50,00
14	TO-26	Tractor oruga	87,30	19,00	300,00	171,00	3,44	15,79

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 26: Rendimiento maquinaria propia - julio



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente análisis, respecto a la maquinaria propia de la empresa Convisa, se observa que la excavadora EX-02 presenta un mayor rendimiento horario en las actividades ejecutadas; mientras el rodillo compactador RC-01 es la maquinaria con menor rendimiento registrado durante el mes de julio.

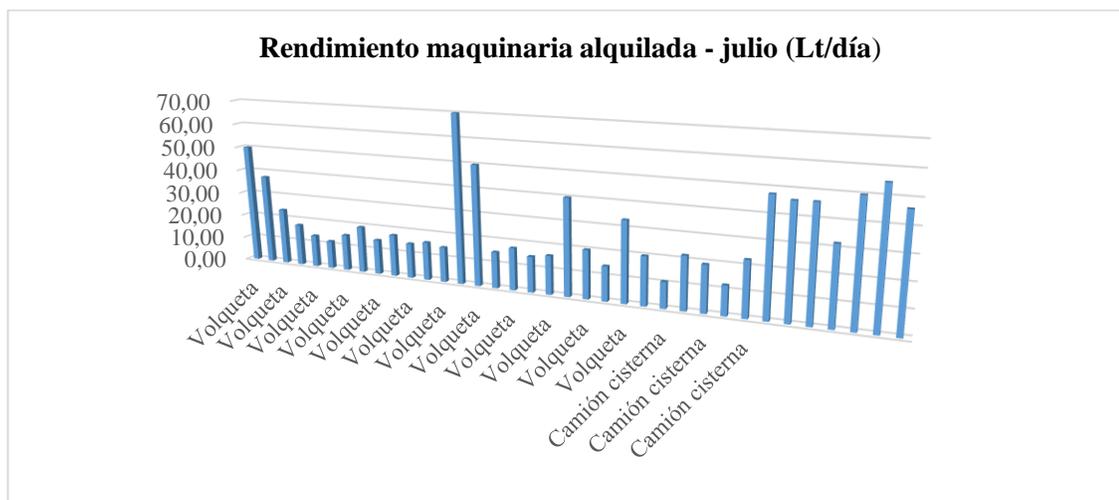
4.4.6. Rendimientos del mes de julio – maquinaria particular

Tabla 54: Rendimientos de la maquinaria particular – julio

No.	Código interno	Maquinaria	Hrs. máquina	Días trabajados	Consumo de diésel reporte almacén (Lt.)	Consumo de diésel según partes diarios (Lt.)	Rendimiento (Lt/hr)	Rendimiento (Lt/día)
1	VQA-02	Volqueta	17,10	5,00	250,00	153,00	14,62	50,00
2	VQA-03	Volqueta	18,10	8,00	300,00	162,00	16,57	37,50
3	VQA-04	Volqueta	24,45	17,00	400,00	220,00	16,36	23,53
4	VQA-08	Volqueta	16,05	20,00	350,00	144,50	21,81	17,50
5	VQA-09	Volqueta	22,85	26,00	350,00	205,50	15,32	13,46
6	VQA-10	Volqueta	17,15	17,00	200,00	154,35	11,66	11,76
7	VQA-11	Volqueta	23,45	23,00	350,00	211,05	14,93	15,22
8	VQA-12	Volqueta	19,30	18,00	350,00	173,70	18,13	19,44
9	VQA-13	Volqueta	21,90	24,00	350,00	197,10	15,98	14,58
10	VQA-15	Volqueta	21,55	20,00	350,00	193,95	16,24	17,50
11	VQA-16	Volqueta	23,40	24,00	350,00	210,60	14,96	14,58
12	VQA-17	Volqueta	24,80	22,00	350,00	223,20	14,11	15,91
13	VQA-18	Volqueta	24,35	24,00	350,00	219,15	14,37	14,58
14	VQA-19	Volqueta	1,00	1,00	70,00	9,00	70,00	70,00
15	V-29	Volqueta	4,50	2,00	100,00	40,50	22,22	50,00
16	V-22	Volqueta	21,45	20,00	300,00	193,05	13,99	15,00
17	VH-09	Volqueta	2,60	4,00	70,00	23,40	26,92	17,50
18	VQA-23	Volqueta	26,80	27,00	400,00	241,20	14,93	14,81
19	VQA-24	Volqueta	26,60	25,00	400,00	239,40	15,04	16,00
20	VQA-25	Volqueta	24,35	10,00	400,00	219,15	16,43	40,00
21	VQA-26	Volqueta	7,70	5,00	100,00	69,30	12,99	20,00
22	VQA-27	Volqueta	8,80	7,00	100,00	79,20	11,36	14,29
23	VQA-28	Volqueta	4,60	3,00	100,00	41,40	21,74	33,33
24	CISA-02	Camión cisterna	26,55	20,00	400,00	238,95	15,07	20,00
25	CISA-04	Camión cisterna	14,50	28,00	300,00	130,50	20,69	10,71
26	CISA-06	Camión cisterna	24,40	16,00	350,00	219,60	14,34	21,88
27	CISA-01	Camión cisterna	28,10	26,00	500,00	252,90	17,79	19,23
28	CCA-07	Camión cisterna	21,55	29,00	350,00	193,95	16,24	12,07
29	CISA-07	Camión cisterna	29,50	22,00	500,00	265,50	16,95	22,73
30	EXA-06	Excavadora	165,50	23,00	1.100,00	935,5	6,65	47,83
31	EX-13	Excavadora	159,00	26,00	1.200,00	895,00	7,55	46,15
32	EX-14	Excavadora	159,00	27,00	1.250,00	901,00	7,86	46,30
33	EXA-15	Excavadora	85,40	25,00	800,00	510,50	9,37	32,00
34	PA-01	Pala cargadora	179,00	24,00	1.200,00	1.089,50	6,70	50,00
35	PA-04	Pala cargadora	142,80	20,00	1.100,00	1.006,50	7,70	55,00
36	PA-06	Pala cargadora	161,50	28,00	1.300,00	1.029,50	8,05	46,43

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 27: Rendimiento maquinaria alquilada - julio



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente análisis, respecto a la maquinaria alquilada por la empresa Convisa, se observa la volqueta VQA-19 presenta un mayor rendimiento día en las actividades ejecutadas; mientras el camión cisterna CISA - 04 es la maquinaria de menor rendimiento registrado durante el mes de julio.

4.5. Costo horario operación (maquinaria – mano de obra – otros)

A continuación, se observa en la siguiente tabla el costo horario de la excavadora, tomando en cuenta los cargos fijos, costo funcionamiento, costo de combustible, costo de operación.

Tabla 55: Costo operación excavadora

Costo horario de operación excavadora Jhon Deere				
Maquinaria:		Modelo:		Potencia (Hp):
Periodo est. de posesión (años): n =	10,00	Valor residual (%) Vr =	30,00%	420000,00
Utilización est. horas por año: Ha =	800,00	Interés (%) i =	0,00%	
Tiempo total de posesión en hrs.: Vu =	10.000,00	Seguro s =	2,00%	
			Cotización dólar	6,97
Precio de entrega (de adquisición): Vt =	1.400.000,00	Bs.	200.860,83	\$us
Costo de neumáticos: Vn =	0,00	Bs.	0,00	\$us
Precio de entrega – neumáticos: Va =	1.400.000,00	Bs.	200.860,83	\$us

1. Cargos fijos		Todos los resultados en bs./hora				
Depreciación:	$D = \frac{V_a - V_r}{V_e} =$	98,00			98,00	Bs.
Inversión	$I = \frac{(V_a + V_r) * i}{2H_a} =$	0,00			0,00	Bs.
Seguro	$S = \frac{(V_a + V_r) * s}{2H_a} =$	215,60			215,60	Bs.
Sub total cargos fijos					313,60	Bs.
2. Costos de funcionamiento		Todos los resultados en bs./hora				
Mantenimiento:	$T = Q * D =$	0,75		98,00	73,50	Bs.
2.1. Cargos por consumo						
Combustible	26,00	Lts.	3,72	Bs./ Lts.	96,72	Bs.
Lubricantes						
Carter	0,12	Lts.	35,00	Bs./ Lts.	4,20	Bs.
Transmisión	0,02	Lts.	45,00	Bs./ Lts.	1,08	Bs.
Mandos finales	0,02	Lts.	45,00	Bs./ Lts.	1,17	Bs.
Sistemas hidráulicos	0,18	Lts.	30,00	Bs./ Lts.	5,55	Bs.
Grasa	0,10	Kg.	20,00	Bs./ Kg.	2,00	Bs.
Neumáticos:	$\frac{\text{Costo}}{\text{Vida útil}} =$		0		0,00	Bs.
			3000,00			

Filtros					
Filtros para:	Intervalo de cambio (hora)	Nº Filtros	Costo del filtro (Bs.)	Costo por hora (Bs.)	
Motor	250,00	1,00	630,00	2,52	Bs.
Transmisión	1,00	0,00	0,00	0,00	Bs.
Hidráulico	1.000,00	3,00	1.500,00	4,50	Bs.
Filtros de combustible					
Primario	250,00	1,00	780,00	3,12	Bs.
Secundario	250,00	2,00	580,00	4,64	Bs.
Filtros de aire					
Primario	1000,00	1,00	950,00	0,95	Bs.
Secundario	1000,00	1,00	900,00	0,90	Bs.
Sub total cargo por utilización filtros				16,63	Bs.
Reparación					
Reparaciones fac. de rep. * mult. vida útil					Bs.
Elementos de desgaste especial					Bs.
Sub total cargo por reparación					Bs.
Sub total costos de funcionamiento				781,17	Bs.

3. Cargo por operación					
$\frac{\text{Salario mensual}}{\text{Horas trabajadas mes}} =$	Salario mensual operador:	3.500,00	Bs.	21,88	Bs.
	Salario mensual ayudante:	0,00	Bs.		
	Horas trabajadas:	160,00	Hr.		
Sub total costos de operación				21,88	Bs.
Costo horario de operación				1.116,65	Bs.
Costo horario de operación [\$us]				160,21	\$us

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se observa en la siguiente tabla el costo horario de la volqueta, tomando en cuenta los cargos fijos, costo de funcionamiento, costo de combustible, costo de operación.

Tabla 56: Costo operación volqueta

Costo horario de operación volqueta				
Maquinaria:		Modelo:		Potencia (Hp):
Periodo est. de posesión (años): n =	10,00	Valor residual (%) V_r =	50,00%	417252,00
Utilización est. horas por año: H_a =	800,00	Interés (%) i =	0,00%	
Tiempo total de posesión en hr.: V_u =	10.000,00	Seguro s =	0,50%	
			Cotización dólar	6,97
Precio de entrega (de adquisición): V_t =	834.504,00	Bs.	119.727,98	\$us
Costo de neumáticos: V_n =	19.200,00	Bs.	2.754,66	\$us
Precio de entrega – neumáticos: V_a =	815.304,00	Bs.	116.973,31	\$us

1. Cargos fijos		Todos los resultados en bs./hora				
Depreciación	$D = \frac{V_a - V_r}{V_e} =$	521,57			521,57	Bs.
Inversión:	$I = \frac{(V_a + V_r) * i}{2H_a} =$	0,00			0,00	Bs.
Seguro:	$S = \frac{(V_a + V_r) * s}{2H_a} =$	68,04			68,04	Bs.
Sub total cargos fijos					589,60	Bs.
2. Costos de funcionamiento		Todos los resultados en bs./hora				
Mantenimiento:	$T = Q * D =$	0,85	521,57		443,33	Bs.
Cargos por consumo						
Combustible		8,00	Lts.	3,72	Bs./ Lts.	29,76
Lubricantes						
Carter		0,10	Lts.	25,00	Bs./ Lts.	2,50
Caja de cambios		0,05	Lts.	25,00	Bs./ Lts.	1,25
Coronas		0,04	Lts.	20,00	Bs./ Lts.	0,80
Sistemas hidráulicos		0,02	Lts.	25,00	Bs./ Lts.	0,63
Grasa		0,08	Kg.	20,00	Bs./ Kg.	1,60

Filtros					
Filtros para:	Intervalo de cambio (Hra)	N° Filtros	Costo del filtro (Bs.)	Costo por hora (Bs.)	
Motor	250,00	1,00	350,00	1,40	Bs.
Transmisión	500,00	1,00	180,00	0,36	Bs.
Hidráulico	1.000,00	1,00	220,00	0,22	Bs.
Filtros de combustible					
Primario	250,00	1,00	250,00	1,00	Bs.
Secundario	250,00	1,00	230,00	0,92	Bs.
Filtros de aire					
Primario	1.000,00	1,00	950,00	0,95	Bs.
Secundario	1.000,00	1,00	860,00	0,86	Bs.
Sub total cargo por utilización filtros				5,71	Bs.
Reparación					
Reparaciones fac. de rep. * mult. vida útil					Bs.
Elementos de desgaste especial					Bs.
Sub total cargo por reparación					Bs.
Sub total costos de funcionamiento				449,04	Bs.

3. Cargo por operación					
$\frac{\text{Salario mensual}}{\text{Horas trabajadas mes}} =$	Salario mensual operador:	3.500,00	Bs.	21,88	Bs.
	Salario mensual ayudante:	0,00	Bs.		
	Horas trabajadas:	160,00	Hra.		
Sub total costos de operación				21,88	Bs.
Costo horario de operación				1.060,52	Bs.
Costo horario de operación [\$us]				152,15	\$us

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se observa en la siguiente tabla el costo horario de la pala cargadora, tomando en cuenta los cargos fijos, costo de funcionamiento, costo de combustible, costo de operación.

Tabla 57: Costo operación pala cargadora

Costo horario de operación pala cargadora				
Maquinaria:		Modelo:		Potencia (Hp):
Periodo est. de posesión (años): n =	10,00	Valor residual (%) V_r =	50,00%	487500,00
Utilización est. horas por año: H_a =	800,00	Interés (%) i =	0,00%	
Tiempo total de posesión en hrs.: V_u =	10.000,00	Seguro s =	1,00%	
			Cotización dólar	6.97
Precio de entrega (de adquisición): V_t =	975.000,00	Bs.	139.885,22	\$us
Costo de neumáticos: V_n =	62.400,00	Bs.	8.952,65	\$us
Precio de entrega – neumáticos: V_a =	1.037.400,00	Bs.	148.837,88	\$us

1. Cargos fijos		Todos los resultados en bs./hora				
Depreciación:	$D = \frac{V_a - V_r}{V_e} =$	54,99			54,99	Bs.
Inversión:	$I = \frac{(V_a + V_r) * i}{2H_a} =$	0,00			0,00	Bs.
Seguro:	$S = \frac{(V_a + V_r) * s}{2H_a} =$	153,97			153,97	Bs.
Sub total cargos fijos					81,33	Bs.
2. Costos de funcionamiento		Todos los resultados en bs./hora				
Mantenimiento:	$T = Q * D =$	0,90	54,99		49,49	Bs.
2.1. Cargos por consumo						
Combustible	20,00	Lts.	3,72	Bs./ Lts.	74,4	Bs.
Lubricantes						
Carter	0,12	Lts.	30,00	Bs./ Lts.	3,60	Bs.
Transmisión	0,03	Lts.	15,00	Bs./ Lts.	0,45	Bs.
Coronas	0,08	Lts.	40,00	Bs./ Lts.	3,20	Bs.
Sistemas hidráulicos	0,08	Lts.	85,00	Bs./ Lts.	7,23	Bs.
Grasa	0,08	Kg.	20,00	Bs./ Kg.	1,60	Bs.
Neumáticos:	$\frac{\text{Costo}}{\text{Vida útil}} =$		62.400,00		20,80	Bs.
			3.000			
Sub total cargo por consumo combustible y lubricantes					111,28	Bs.

Filtros					
Filtros para:	Intervalo de cambio (Hra)	N° filtros	Costo del filtro (Bs.)	Costo por hora (bs.)	
Motor	250,00	1,00	360,00	1,44	Bs.
Transmisión	500,00	1,00	550,00	1,10	Bs.
Hidráulico	1.000,00	3,00	1.100,00	3,30	Bs.
Filtros de combustible					
Primario	250,00	1,00	330,00	1,32	Bs.
Secundario	250,00	1,00	285,00	1,14	Bs.
Filtros de aire					
Primario	1.000,00	1,00	1.150,00	1,15	Bs.
Secundario	1.000,00	1,00	1.000,00	1,00	Bs.
Sub total cargo por utilización filtros				10,45	Bs.
Reparación					
Reparaciones Fac. de rep. * mult. Vida útil					Bs.
Elementos de desgaste especial					Bs.
Sub total cargo por reparación					Bs.
Sub total costos de funcionamiento				171,22	Bs.

3. Cargo por operación					
$\frac{\text{Salario mensual}}{\text{Horas trabajadas mes}} =$	Salario mensual operador:	3.500,00	Bs.	21,88	Bs.
	Salario mensual ayudante:	0,00	Bs.		
	Horas trabajadas:	160,00	Hra.		
Sub total costos de operación				21,88	Bs.
Costo horario de operación				274,42	Bs.
Costo horario de operación [\$us]				39,37	\$us

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se observa en la siguiente tabla el costo horario del tractor oruga, tomando en cuenta los cargos fijos, costo de funcionamiento, costo de combustible, costo de operación.

Tabla 58: Costo de operación – tractor oruga

Costo horario de operación tractor oruga				
Maquinaria:		Modelo:		Potencia (Hp):
Periodo est. de posesión (años): n =	10,00	Valor residual (%) Vr =		30,00% 378000,00
Utilización est. horas por año: Ha =	800,00	Interés (%) i =		0,00%
Tiempo total de posesión en hrs.: Vu =	10.000,00	Seguro s =		2,00%
			Cotización dólar	6.07
Precio de entrega (de adquisición): Vt =	1.260.000,00	Bs.	180.774,75	\$us
Costo de neumáticos: Vn =	0,00	Bs.	0,00	\$us
Precio de entrega – neumáticos: Va =	1..260.000,00	Bs.	180.774,75	\$us

1. Cargos Fijos		Todos los resultados en bs./hora				
Depreciación:	$D = \frac{V_a - V_r}{V_e} =$	88,20			88,20	Bs.
Inversión:	$I = \frac{(V_a + V_r) * i}{2H_a} =$	0,00			0,00	Bs.
Seguro:	$S = \frac{(V_a + V_r) * s}{2H_a} =$	194,04			194,04	Bs.
Sub total cargos fijos					282,24	Bs.
2. Costos de funcionamiento		Todos los resultados en bs./hora				
Mantenimiento	$T = Q * D =$	0,90	88,20		79,38	Bs.
2.1. Cargos por consumo						
Combustible	30,00	Lts.	3,72	Bs./ Lts.	111,60	Bs.
Lubricantes						
Carter	0,18	Lts.	35,00	Bs./ Lts.	6,30	Bs.
Transmisión	0,13	Lts.	45,00	Bs./ Lts.	5,85	Bs.
Mandos finales	0,12	Lts.	45,00	Bs./ Lts.	5,40	Bs.
Sistemas hidráulicos	0,08	Lts.	30,00	Bs./ Lts.	2,55	Bs.
Grasa	0,10	Kg.	20,00	Bs./ Kg.	2,00	Bs.
Neumáticos:	$\frac{\text{Costo}}{\text{Vida útil}} =$		0		0,00	Bs.
			3000,00			
Sub total cargo por consumo combustible y lubricantes					133,70	Bs.

Filtros					
Filtros para:	Intervalo de cambio (hora)	N° Filtros	Costo del filtro (Bs.)	Costo por hora (Bs.)	
Motor	250,00	1,00	1.000,00	4,00	Bs.
Transmisión	500,00	1,00	580,00	1,16	Bs.
Hidráulico	1.000,00	1,00	900,00	0,90	Bs.
Filtros de combustible					
Primario	250,00	1,00	1.000,00	4,00	Bs.
Secundario	250,00	2,00	620,00	4,96	Bs.
Filtros de aire					
Primario	1.000,00	1,00	1.600,00	1,60	Bs.
Secundario	1.000,00	1,00	1.000,00	1,00	Bs.
Sub total cargo por utilización filtros				17,62	Bs.
Reparación					
Reparaciones fac. de rep. * mult. vida útil					Bs.
Elementos de desgaste especial					Bs.
Sub total cargo por reparación					Bs.
Sub total costos de funcionamiento				230,70	Bs.

3. Cargo por operación					
$\frac{\text{Salario mensual}}{\text{Horas trabajadas mes}} =$	Salario mensual operador:	3.500,00	Bs.	21,88	Bs.
	Salario mensual ayudante:	0	Bs.		
	Horas trabajadas:	160,00	Hra.		
Sub total costos de operación				29,69	Bs.
Costo horario de operación				542,63	Bs.
Costo horario de operación [\$us]				77,85	\$us

Fuente: Elaboración propia

4.6. Resumen costos de mantenimiento

Tabla 59: Resumen de costos maquinaria

Maquinaria	Costo mantenimiento
Volqueta	443,44 Bs
Excavadora	73,55 Bs
Pala cargadora	49,59 Bs
Tractor oruga	79,30 Bs

Fuente: Elaboración propia

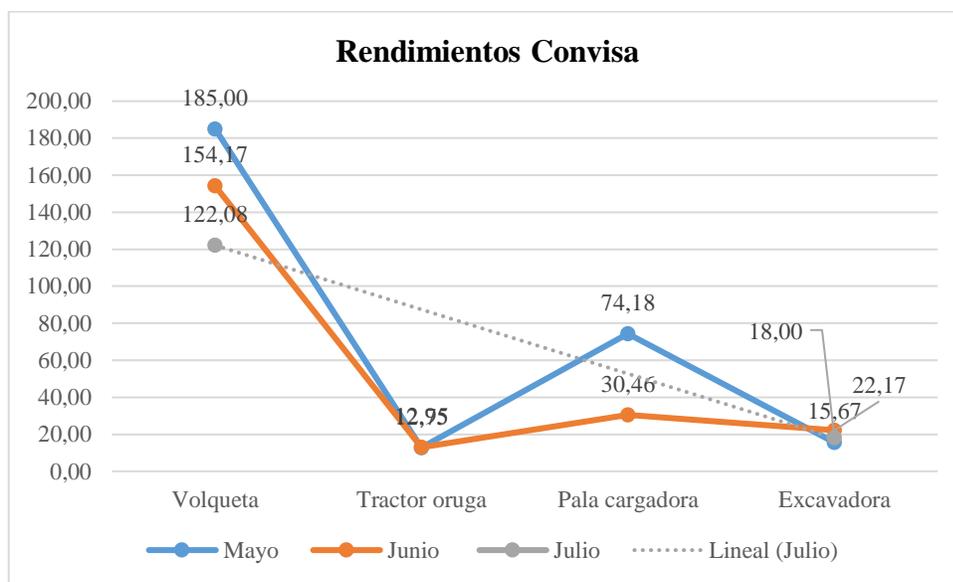
4.7. Resumen comparación de rendimientos

Tabla 60: Comparación de rendimientos maquinaria Convisa

Convisa			
Maquinaria	Mayo	Junio	Julio
Volqueta	185,00	154,17	122,08
Tractor oruga	12,75	12,95	0,00
Pala cargadora	74,18	30,46	0,00
Excavadora	15,67	22,17	18,00

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 28: Comparación de rendimientos maquinaria Convisa



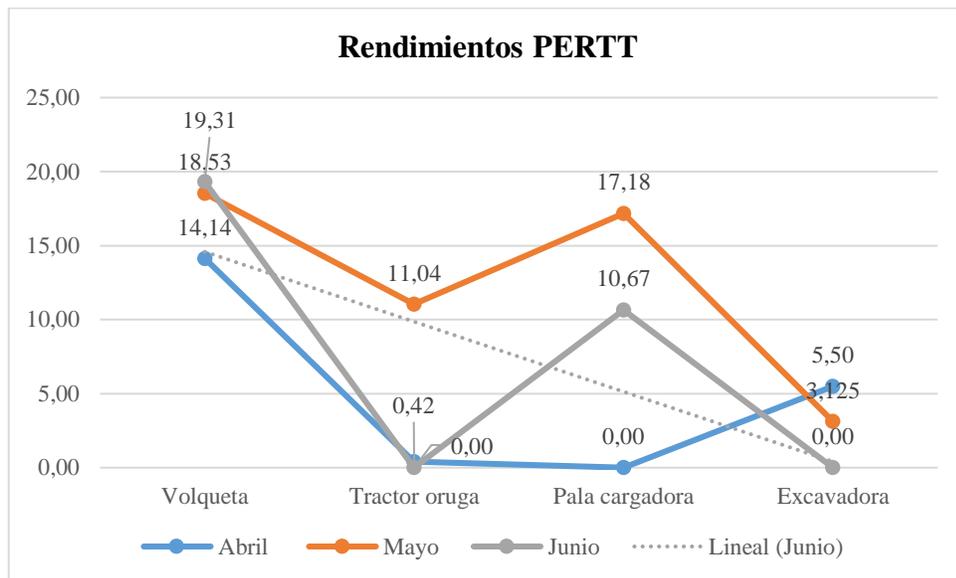
Fuente: Elaboración propia

Tabla 61: Comparación de rendimientos maquinaria PERTT

PERTT			
Maquinaria	Abril	Mayo	Junio
Volqueta	14,14	18,53	19,31
Tractor oruga	0,42	11,04	0,00
Pala cargadora	0,00	17,18	10,67
Excavadora	5,50	3,125	0,00

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 29: Comparación de rendimientos maquinaria PERTT



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al presente análisis, se observa el mayor rendimiento de las maquinarias en las actividades de movimiento de tierras del tramo Choeré – Acherál; los rendimientos reflejados por la maquinaria del PERTT son menores, debido a la poca disposición de los equipos y las actividades solicitadas para el apoyo de las comunidades.

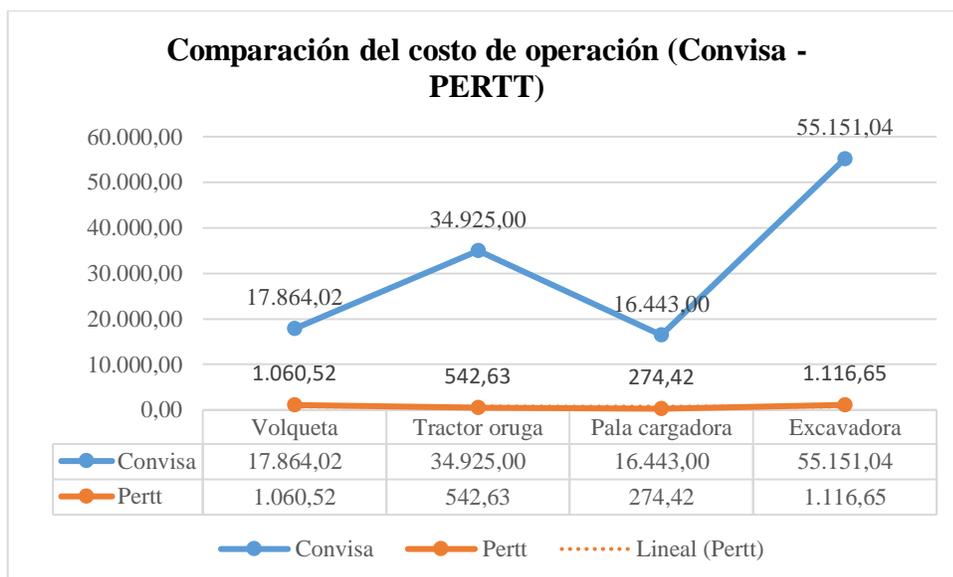
4.8. Resumen comparación costos de operación

Tabla 62: Comparación costo de operación Convisa - PERTT

Costo operación (Bs)		
Maquinaria	Convisa	PERTT
Volqueta	17.864,02	1.060,52
Tractor oruga	34.925,00	542,63
Pala cargadora	16.443,00	274,42
Excavadora	55.151,04	1.116,65

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 30: Comparación costo de comparación Convisa - PERTT



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente análisis se observa la comparación de costo de operación de la empresa Convisa y el PERTT; donde el mayor costo reflejado de las maquinarias se presenta en el tramo de estudio Choeré – Acherál; mientras tanto en el municipio de Cercado, el costo de operación de la maquinaria del PERTT es menor, de acuerdo al salario del operario y las horas trabajadas.

Ilustración 10: Ficha de ubicación realizado en el programa Fractal

	<p>PROGRAMA EJECUTIVO DE REHABILITACION DE TIERRAS TARIJA PERTT Catálogo de Activos Ubicaciones</p> 	
Fecha: 2023-04-11		
MAESTRANZA PERTT CARRETERAS A TOMATITAS KM 2,5 CERCADO +591 TARIJA / CERCADO / CERCADO BOLIVIA { MTZ }		
Datos Generales		
LOCALIZACIÓN: MAESTRANZA PERTT		
NOMBRE: MAESTRANZA PERTT	DIRECCIÓN: CARRETERAS A TOMATITAS KM 2,5	
CIUDAD: CERCADO	DEPARTAMENTO / ESTADO / REGIÓN: TARIJA / CERCADO / CERCADO	
CÓDIGO ÁREA: +591	PAÍS: BOLIVIA	
CÓDIGO: MTZ	CÓDIGO DE BARRAS:	
PRIORIDAD: Alta	TIPO: Zona de Trabajo	
CLASIFICACIÓN 1: Taller	CLASIFICACIÓN 2: Maquinaria Activa	
PLAN DE TAREAS:		
NOTAS: Taller destinado a la reparación , mantenimiento de las unidades vehiculares y maquinaria pesada; realizando un control administrativo de las herramientas y equipos.		

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11: Ficha de personal realizado en el programa Fractal



PROGRAMA EJECUTIVO DE REHABILITACION DE TIERRAS TARIJA

PERTT

Catálogo de Recursos Humanos

Fecha: 2023-04-11

JOSE EDUARDO FERNANDEZ BUDIA

Datos Generales

CÓDIGO: JF	DIRECCIÓN: CARRETERA A TOMATITAS KM 2,5	
CIUDAD: CERCADO	CÓDIGO ÁREA: +591	
DEPARTAMENTO / ESTADO / REGIÓN: TARIJA / CERCADO / CERCADO	LATITUD: -21.513832	
PAÍS: BOLIVIA	LONGITUD: -64.7434234	
VALOR HORA ORDINARIA: TECNICO MAESTRANZA	CLASIFICACIÓN 1: MAESTRANZA PERTT	
HORARIO LABORAL: Mañana: 08:00 - 12:00 ; Tarde: 15:00 - 19:00	PROGRAMACIÓN DE AGENDA:	CLASIFICACIÓN 2: MANTENIMIENTO
EMAIL: yayoelec@gmail.com	TELF. PRINCIPAL: 71878259	
TELF. SECUNDARIO: 75125194	LOCALIZACIÓN: // PROGRAMA EJECUTIVO DE REHABILITACIÓN DE TIERRAS TARIJA/	

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12: Ficha de tareas realizado en el programa Fractal



PROGRAMA EJECUTIVO DE REHABILITACION DE TIERRAS TARIJA

N°: 4

Fecha: 2023-06-13

PERTT

Calificación:

Orden de Trabajo

GENERÓ: PERTT TARIJA

RESPONSABLE: ABAD CAMACHO CHOQUE

DURACIÓN ESTIMADA: 00:10:00

NOTAS:

ACTIVOS

DESCRIPCIÓN: SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE Jhon Deere 210 GLC Chasis: 1FF210GXCD520910 Costo: 1 400 000. 00 Bs { EXC-SAE }

UBICADO EN Ó ES PARTE DE: // PROGRAMA EJECUTIVO DE REHABILITACIÓN DE TIERRAS TARIJA/ MAESTRANZA PERTT/ EXCAVADORA/

CLASIFICACIÓN 1: Alta

TIPO: Sistema

CLASIFICACIÓN 2: Maquinaria Propia

PRIORIDAD: Alta

CENTRO DE COSTO:

CÓDIGO DE BARRAS:

TAREA NO PLANIFICADA

DESCRIPCIÓN: CAMBIAR PERNOS Y ABRAZADERAS

FECHA PROGRAMADA: 2023-06-13

FECHA Y HORA DE INICIO: _____

TIPO DE TRABAJO: PREVENTIVO

FECHA Y HORA DE FINALIZACIÓN: _____

PRIORIDAD: Alta

TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 00:00:00

ACTIVADOR: Tarea no Programada

TIEMPO FUERA DE SERVICIO: 00:00:00

CLASIFICACIÓN 1:

SOLICITADO POR: PERTT TARIJA

CLASIFICACIÓN 2:

NÚMERO DE SOLICITUD:

FECHA DEL EVENTO: 2023-06-12 15:57

NOTAS:

SUBTAREAS

Grupo/Parte	Procedimiento	Resultado
	Procedimiento	

ABAD CAMACHO CHOQUE

ACEPTADO POR

VALIDADO POR

REALIZADO POR

CÓDIGO DE BARRAS:

TAREAS PLANIFICADAS

DESCRIPCIÓN: MANTENIMIENTO MOTOR	
FECHA PROGRAMADA: 2023-06-13	FECHA Y HORA DE INICIO: 2023-06-13 15:12
TIPO DE TAREA: PREVENTIVO	FECHA Y HORA DE FINALIZACIÓN: 2023-06-13 15:25
PRIORIDAD: Media	DURACIÓN ESTIMADA: 00:00:00
ACTIVADOR: Tarea no Programada	TIEMPO DE EJECUCIÓN: 00:00:00
CLASIFICACIÓN 1: GESTION DE SERVICIOS GENERALES	TIEMPO REAL DE PARO DEL ACTIVO: 00:00:00
CLASIFICACIÓN 2: APLICA NORMA DE SEGURIDAD SST	

TAREA NO PLANIFICADA

DESCRIPCIÓN: Requiere revisión de válvulas	
FECHA PROGRAMADA: 2023-06-13	FECHA Y HORA DE INICIO: 2023-06-13 15:12
TIPO DE TRABAJO: PREVENTIVO	FECHA Y HORA DE FINALIZACIÓN: 2023-06-13 15:25
PRIORIDAD: Media	TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 00:13:00
ACTIVADOR: Tarea no Programada	TIEMPO FUERA DE SERVICIO: 00:00:00
CLASIFICACIÓN 1: GESTION DE SERVICIOS GENERALES	SOLICITADO POR: PERTT TARIJA
CLASIFICACIÓN 2: APLICA NORMA DE SEGURIDAD SST	NÚMERO DE SOLICITUD:
FECHA DEL EVENTO: 2023-06-13 15:22	NOTAS:

ACTIVOS

DESCRIPCIÓN: SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE Jhon Deere 210 GLC Chasis: 1FF210GXCD520910 Costo: 1 400 000. 00 Bs { EXC-SAE }

UBICADO EN Ó ES PARTE DE: // PROGRAMA EJECUTIVO DE REHABILITACIÓN DE TIERRAS TARIJA/ MAESTRANZA PERTT/ EXCAVADORA/

CLASIFICACIÓN 1: Alta

TIPO: Sistema

CLASIFICACIÓN 2: Maquinaria Propia

PRIORIDAD: Alta

CENTRO DE COSTO:

CÓDIGO DE BARRAS:

TAREA NO PLANIFICADA

DESCRIPCIÓN: CAMBIAR PERNOS Y ABRAZADERAS	
FECHA PROGRAMADA: 2023-06-13	FECHA Y HORA DE INICIO: _____
TIPO DE TRABAJO: PREVENTIVO	FECHA Y HORA DE FINALIZACIÓN: _____
PRIORIDAD: Alta	TIEMPO TOTAL DE TRABAJO: 00:00:00
ACTIVADOR: Tarea no Programada	TIEMPO FUERA DE SERVICIO: 00:00:00
CLASIFICACIÓN 1:	SOLICITADO POR: PERTT TARIJA

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 13: Desglose de activos - excavadora



PROGRAMA EJECUTIVO DE REHABILITACION DE TIERRAS TARIJA

PERTT
Catálogo de Activos
Equipos



Fecha: 2023-04-16

SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE Jhon Deere 210 GLC Chasis: 1FF210GXCD520910 Costo: 1 400 000. 00 Bs { EXC-SAE }

Datos Generales

NAME: SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE	MAKE: Jhon Deere
MODEL: 210 GLC	SERIAL_NUMBER: Chasis: 1FF210GXCD520910
OTHER_1:	OTHER_2: Costo: 1 400 000. 00 Bs
CÓDIGO: EXC-SAE	CÓDIGO DE BARRAS:
PRIORIDAD: Alta	TIPO: Sistema
CLASIFICACIÓN 1: Alta	CLASIFICACIÓN 2: Maquinaria Propia
PLAN DE TAREAS:	
NOTAS: Referencia: 1=Buen Estado; 2= Necesita Atención; 3=Necesita Reparación. Maquinaria Activa: Abril, Mayo, Junio	

Financiero

CENTRO DE COSTO:	PRESUPUESTO:
FECHA DE INICIO: 2023-04-16	DEPRECIACIÓN ANUAL: - %
COSTO TOTAL: 0	VALOR DE SUSTITUCIÓN: 0
DEPRECIACIÓN TOTAL:	VALOR DE SALVAMENTO: 0
FECHA DE EXPIRACIÓN: 2024-04-16	VALOR EN LIBRO HOY:

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14: Desglose de activos – pala cargadora



PROGRAMA EJECUTIVO DE REHABILITACION DE TIERRAS TARIJA

PERTT

Catálogo de Activos

Equipos





Fecha: **2023-04-16**

SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE Jhon Deere 524 K - JHONDEERE Chasis: PE6068L238256 Color: Amarillo Costo: 975 000. 00 Bs (L-SAE)

Datos Generales	
NAME: SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE	MAKE: Jhon Deere
MODEL: 524 K - JHONDEERE	SERIAL_NUMBER: Chasis: PE6068L238256
OTHER_1: Color: Amarillo	OTHER_2: Costo: 975 000. 00 Bs
CÓDIGO: L-SAE	CÓDIGO DE BARRAS:
PRIORIDAD: Alta	TIPO: Sistema
CLASIFICACIÓN 1: Media	CLASIFICACIÓN 2: Maquinaria Propia
PLAN DE TAREAS:	
NOTAS: Referencia: 1=Buen Estado; 2= Necesita Atención; 3=Necesita Reparación. Maquinaria Activa: Abril, Mayo, Junio	

Financiero	
CENTRO DE COSTO:	PRESUPUESTO:
FECHA DE INICIO: 2023-04-16	DEPRECIACIÓN ANUAL: - %
COSTO TOTAL: 0	VALOR DE SUSTITUCIÓN: 0
DEPRECIACIÓN TOTAL:	VALOR DE SALVAMENTO: 0
FECHA DE EXPIRACIÓN: 2024-04-16	VALOR EN LIBRO HOY:

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15: Desglose de activos – tractor oruga



PROGRAMA EJECUTIVO DE REHABILITACION DE TIERRAS TARIJA

PERTT

Catálogo de Activos

Equipos





Fecha: **2023-04-16**

SISTEMA DE COMBUSTIBLE Caterpillar D6R SERIE III Chasis: 6MT00198 Costo: 1 260 000, 00 Bs { D6-SC }	
Datos Generales	
NAME: SISTEMA DE COMBUSTIBLE	MAKE: Caterpillar
MODEL: D6R SERIE III	SERIAL_NUMBER: Chasis: 6MT00198
OTHER_1:	OTHER_2: Costo: 1 260 000, 00 Bs
CÓDIGO: D6-SC	CÓDIGO DE BARRAS:
PRIORIDAD: Alta	TIPO: Sistema
CLASIFICACIÓN 1: Alta	CLASIFICACIÓN 2: Maquinaria Propia
PLAN DE TAREAS:	
NOTAS: Referencia: 1=Buen Estado; 2= Necesita Atención; 3=Necesita Reparación. Maquinaria Activa: Abril, Mayo, Junio	
Financiero	
CENTRO DE COSTO:	PRESUPUESTO:
FECHA DE INICIO: 2023-04-16	DEPRECIACIÓN ANUAL: - %
COSTO TOTAL: 0	VALOR DE SUSTITUCIÓN: 0
DEPRECIACIÓN TOTAL:	VALOR DE SALVAMENTO: 0
FECHA DE EXPIRACIÓN: 2024-04-16	VALOR EN LIBRO HOY:

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16: Desglose de activos - volqueta



PROGRAMA EJECUTIVO DE REHABILITACION DE TIERRAS TARIJA
PERTT
Catálogo de Activos
Equipos





Fecha: **2023-04-16**

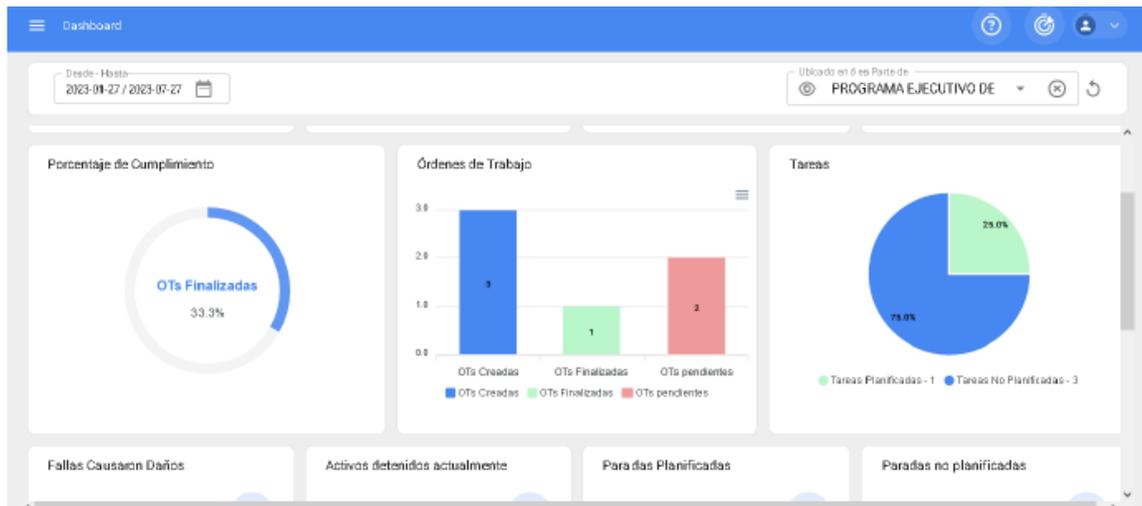
SISTEMA DE FRENOS NISSAN 2007 Chasis: PKC210E0164 Color: Blanco Referencia:1 { VD-SF }

Datos Generales	
NAME: SISTEMA DE FRENOS	MAKE: NISSAN
MODEL: 2007	SERIAL_NUMBER: Chasis: PKC210E0164
OTHER_1: Color: Blanco	OTHER_2: Referencia:1
CÓDIGO: VD-SF	CÓDIGO DE BARRAS:
PRIORIDAD: Alta	TIPO: Sistema
CLASIFICACIÓN 1: Media	CLASIFICACIÓN 2: Maquinaria Propia
PLAN DE TAREAS:	
NOTAS: Referencia: 1=Buen Estado; 2= Necesita Atención; 3=Necesita Reparación. Maquinaria Activa: Abril, Mayo, Junio	

Financiero	
CENTRO DE COSTO:	PRESUPUESTO:
FECHA DE INICIO: 2023-04-16	DEPRECIACIÓN ANUAL: - %
COSTO TOTAL: 0	VALOR DE SUSTITUCIÓN: 0
DEPRECIACIÓN TOTAL:	VALOR DE SALVAMENTO: 0
FECHA DE EXPIRACIÓN: 2024-04-16	VALOR EN LIBRO HOY:

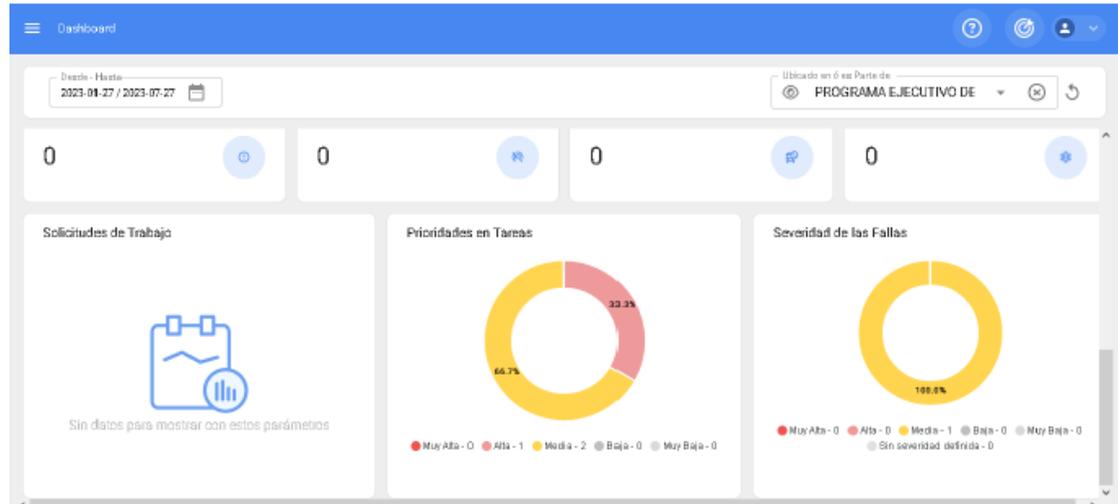
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 17: Resumen de tareas programadas



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18: Resumen de prioridad de tareas



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El finalizar satisfactoriamente este trabajo sobre el análisis de costos de productividad de maquinaria se concluye lo siguiente:

- En este trabajo se cumplió con los objetivos planteados ya que se logró determinar la producción horaria de cada maquinaria.
- De acuerdo al tipo de maquinaria y su análisis de costos se podrá gestionar un presupuesto para realizar las acciones correctivas y de mantenimiento, disminuyendo las paralizaciones en las actividades de movimiento de tierras.
- Con la proyección de un cronograma anual de las actividades de mantenimiento se logrará tener un trabajo sin pérdidas de tiempo y un avance óptimo, donde se planificarán las tareas para reducir las paradas mediante fichas de inspección rutinaria que conducirán a una revisión rápida para identificar el inicio de una avería menor que con el pasar del tiempo se podría convertir en una avería mayor.
- Con la aplicación del software Fractal se logrará una mejor organización en el cronograma de las tareas de mantenimiento, ubicando los activos de la maquinaria de manera más rápida, permitiendo programar las diferentes actividades de mantenimiento y sus horas de trabajo.
- En los tramos de estudio se seguirá los procedimientos y recomendaciones para cada maquinaria, identificando las necesidades y prioridades de ajustes, reparaciones que permitan aumentar el nivel de productividad y eficiencia, garantizando la continuidad de las actividades para lograr mantenerla operativa con algunos activos sustitutos y así aprovechar al máximo la vida útil de la maquinaria.

5.2 Recomendaciones

Realizado el presente análisis de costos y productividad en el movimiento de tierras se recomienda lo siguiente:

- Preparar previamente un plan de la organización del personal para las actividades en campo, coordinando las tareas a realizar para obtener buenos resultados durante la ejecución de actividades de movimiento de tierras.
- Realizar un análisis previo de los costos y la cantidad de equipos utilizados en el movimiento de tierras, permitiendo optimizar los recursos y tiempo en obra.
- Para facilitar el trabajo, se recomienda una capacitación del programa Fractal, para proporcionar el manejo de la información de las maquinarias.
- Garantizar las condiciones operativas de las maquinarias, recomendando a los operarios conservar en buen estado y ejecutar sus actividades de manera eficiente.